

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**



**TESIS**

**"EFECTO RESIDUAL DEL ENCALADO, EN SEGUNDA CAMPAÑA, EN EL  
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE SOYA (*Glycine max*), VARIEDAD  
CRISTALINA EN UN SUELO ULTISOL EN EL BAJO MAYO"**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**GRODER TORRES TRIGOZO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**TARAPOTO-PERÚ**

**2005**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

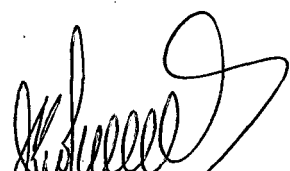
ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS




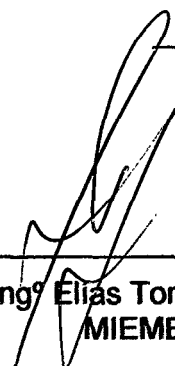
TESIS

**"EFECTO RESIDUAL DEL ENCALADO, EN SEGUNDA CAMPAÑA, EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE SOYA (*Glycine max*), VARIEDAD CRISTALINA EN UN SUELO ULTISOL EN EL BAJO MAYO"**

JURADO:

  
Ing° Julio Armando Ríos Ramírez  
PRESIDENTE

  
Bgo. Winston Frans Ruiz Ríos  
MIEMBRO

  
Ing° Elías Torres Flores  
MIEMBRO

  
Ing° Guillermo Vásquez Ramírez  
ASESOR

  
Bach. Groder Torres Trigozo  
TESISTA

2005

## **DEDICADO**

**A mis padres:  
Groder y Mirta por su apoyo  
Incondicional.**

**A mi Hermana:  
Sheena**

**A las Hermanas Misioneras de la Virgen  
del Pilar: Ma.Victoria, Ma. Balbanera,  
Ma. Luisa y Ma.Mariluz por haber  
contribuido en mi formación.**

## **AGRADECIMIENTO**

- 1. Al Ing° Carlos Rengifo Saavedra, patrocinador del presente trabajo de Tesis.**
- 2. Al Ing° Guillermo Vásquez Ramírez, asesor del trabajo de Tesis.**
- 3. Al Ing° Max Beltrán Pezo Perea y al Lic. Alfonso Tenorio Polo, por haber apoyado con sus críticas al trabajo.**
- 4. A la Universidad Nacional de San Martín, por las facilidades brindadas en la ejecución del presente trabajo.**

## **CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>III. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
3.1.- Características Botánicas	4
3.2.- Taxonomía de la Soya	4
3.3.- Condiciones del Medio Ambiente	4
3.4.- Condición de Suelo	5
3.5.- Alternativas de Cultivo	5
3.6.- Características de los Suelos Ácidos	6
3.7.- Alternativas para el Manejo de Suelos Ácidos	8
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>17</b>
4.1.- Materiales	17
4.2.- Metodología	20
<b>V. RESULTADOS</b>	<b>29</b>
5.1.- En el Cultivo	29
5.2.- En el Suelo	34
5.3.- Análisis Económico	44
<b>VI. DISCUSIÓN</b>	<b>45</b>
6.1.- En el Cultivo	45
6.2.- En el Suelo	50
6.3.- Análisis Económico	58
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>60</b>
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>	<b>63</b>
<b>IX. RESUMEN</b>	<b>64</b>
<b>X. SUMMARY</b>	<b>66</b>
<b>XI. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>71</b>

## I. INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales como la nuestra, una de las principales limitaciones al realizar agricultura, es que nos encontramos mayormente con suelos ácidos y degradados, esto debido a la enorme actividad climática especialmente por las altas precipitaciones y el mal uso que se da al suelo.

En el Perú los suelos ácidos representan mas del 50 % de las tierras con fines agrícolas, predominando esta condición en la Selva Alta, en un 50% (50,000 Ha. En el Alto y Bajo Mayo); los problemas de acidez se incrementan por el desbosque irracional y la agricultura migratoria, ya que en nuestra región el 80% de agricultores practican este sistema en territorio que es topografía accidentada, con fuertes pendientes y precipitaciones que superan los 1200 mm, lo que favorece la pérdida de nutrientes por lavaje y erosión.

En la mayoría de suelos ácidos, se puede apreciar extensas áreas de "shapumbales" (Pteridium aquilinum) y "Cashucshales" (Imperata sp), indicadores naturales de la presencia de suelos degradados, pero que en general presentan buenas características físicas. Sin embargo estos suelos no tienen mayor utilidad agrícola y se encuentran abandonados por sus limitaciones químicas, como la toxicidad del aluminio, hierro o manganeso, con deficiencias de calcio, magnesio y fijación de fósforo, causando la disminución en el potencial productivo de los cultivos.

Para contrarrestar los efectos adversos de la acidez del suelo en el crecimiento de los cultivos se utilizó en el presente trabajo enmiendas o materiales de encalado. El encalado permite neutralizar la acidez del suelo, al mismo tiempo que mejora las propiedades físico-químicas, favoreciendo la actividad de los microorganismos, descomponedores de la materia orgánica.

En el presente trabajo se evaluó el efecto residual de diversas dosis de enmiendas calcio magnésico (magnecal), en el rendimiento de la soya (*Glycine max*), sembrado en suelo ácido del fundo Aucaloma. En este lugar se ha venido realizando una serie de estudios en los últimos tiempos con el fin de determinar una tecnología que permita el manejo y recuperación de suelos, iniciándose en octubre del año 2001, con la aplicación de la enmienda y la siembra de maíz en las parcelas experimentales, el cual se evaluó durante todo el ciclo vegetativo del cultivo, habiéndose encontrado resultados altamente positivos para la producción como efecto de la neutralización del aluminio por la aplicación de la enmienda.

Posteriormente y para fines del presente trabajo, al finalizar el mes de enero del 2002, se sembró Soya en las mismas parcelas experimentales para evaluar el efecto residual sobre la producción y determinar la dosis de enmienda más conveniente, motivo del presente trabajo.

## II. OBJETIVOS

2.1.- Evaluar el efecto residual de la enmienda calcio magnésica como segundo cultivo sobre el comportamiento y rendimiento del cultivo de soya variedad Cristalina, después de un primer cultivo de maíz, en suelo ultisol de Aucaloma, Provincia de Lamas, Departamento de San Martín.

2.2.- Determinar la dosis de enmienda calcio magnésica, técnica y económicamente apropiada que permita ser aplicado por el agricultor, asentados en suelos ácidos degradados.



### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1.-CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

OCÉANO, C (1987), describe a la Soya, como la leguminosa anual de consistencia herbácea, tallos rígidos, fuertes y erectos.

La altura según variedades y condiciones de cultivo, está comprendida entre 40 cm, y 1,5 m, las hojas son compuestas, excepto las primeras que se forman, que son simples y tienen un color verde característico. El fruto, es una legumbre o vaina que contiene de uno a cuatro semillas. La semilla es generalmente esférica. Las hojas como los tallos y las vainas son pubescentes, siendo el color de los pelos rubios o pardos mas o menos agrisados.

#### 3.2.-TAXONOMIA DE LA SOYA

WATSON (1985), clasificó de la siguiente la manera:

Clase	:	Dicotiledónea
Orden	:	Rosales
Familia	:	Fabaceae (Leguminosae)
Sub-familia	:	Papilionidae
Genero	:	Glycine
Especie	:	<u>Glycine max</u>

#### 3.3.- CONDICIONES DE MEDIO AMBIENTE

MALDONADO (1988), dice que la precipitación adecuada para la soya es de 500 a 700 mm, durante el ciclo o 1500 mm /año. Luz de 12 horas diarias.

Temperatura de 20 a 30 °C con un promedio de 25 °C

### 3.4.-CONDICIÓN DE SUELO

RICALDI (1990), sostiene que la soja prefiere suelos franco a franco limoso, profundos, de fertilidad media a alta, bien drenados y con pH = 5,7-6,5 no tolera suelos ácidos con pH<5,5 y muestra toxicidad al aluminio (18%).

ZEGARRA (2000), en una evaluación comparativa de seis variedades de soja en el distrito de Caspizapa, provincia de Picota, en un suelo con textura de suelo Franco Arcillosa, 4 pH de 7,88 obtuvo los siguientes rendimientos.

IAC – 8C	:	4 230,47 Kg/ha
OCEPAR – 9	:	3 709,35 Kg/ha
Cristalina –T	:	3 621,12 Kg/ha
IAC – 8	:	3 585,94 Kg/ha
Cristalina	:	3 375,00 Kg/ha
Emgopa	:	3 296,88 Kg/ha

### 3.5.- ALTERNATIVAS DE CULTIVO

INFOAGRO (1999), nos dice que hay que considerar tres aspectos:

- Cultivo en secano o en regadío. Dependerá de la zona en donde se desarrolla el cultivo.
- Cultivo en primera o en segunda cosecha. Debido a que la soja es una leguminosa, y es una planta fijadora de nitrógeno gracias a la simbiosis que tiene

con las bacterias del género *Rhizobium* en sus raíces, se considera como un cultivo mejorante del suelo. Por ello la soja puede sembrarse como segunda cosecha después de un cereal de invierno. El nitrógeno proporcionado por la leguminosa es excelente para la germinación y posterior desarrollo de los trigos sembrados en otoño.

### **3.6.- CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS ÁCIDOS.**

AGROBIT (2 000), recomienda el uso de productos ricos en calcio para el problema de la acidez, es una técnica conocida desde hace mucho tiempo. Con ella se busca reemplazar los iones hidrógenos retenidos en las partículas coloidales (arcillas y materia orgánica) que son los responsables de la acidez, restituyendo los cationes básicos perdidos, como son fundamentalmente el calcio y el magnesio. Dentro de los productos ricos en calcio utilizados como correctores esta una variada gama de insumos, como la conchilla molida, cal viva, cal hidratada, y la caliza cálcica o carbonato de calcio. Esta última es la más utilizada, la cantidad de calcáreo a agregar en un lote depende de varios factores, entre los que se destacan el nivel de acidez del suelo, cantidad, tipos de arcillas presentes y contenido de materia orgánica. Los suelos a medida que incrementan su acidez requieren mayor

cantidad de cal. Pero la cantidad de corrector depende de los niveles de materia orgánica y arcilla en el suelo. Ello es debido a que estas partículas tienen más capacidad para retener iones que las arenas. Entonces para dos suelos con igual pH, se precisa más calcio o magnesio, es decir más corrector, en aquel que presente mayores niveles de arcilla o materia orgánica. El tamaño de partícula de calcáreo influye en la velocidad de reacción en el suelo. A menor tamaño habrá mayor velocidad de neutralización de la acidez.

KAMPRATH (1967), menciona que en suelos ácidos (pH menores de 5) , la mayoría de las plantas tienen un crecimiento limitado y por consiguiente escasas o nulas producciones , esto se debe a los altos niveles de aluminio y/o manganeso intercambiables presentes en ellos y que provocan efectos nocivos en el desarrollo de las raíces de las plantas, disminuyen la absorción y translocación del calcio, magnesio, boro y molibdeno, y crean la necesidad de cantidades considerables de fertilizantes. Así mismo KAMPRATH (1967), menciona que estos suelos presentan fundamentalmente:

- Deficiencias de Ca y Mg.
- Toxicidad de Al y Mn.
- Disminución de la vida de los microorganismos.

-Disminución en la disponibilidad de fósforo, aunque los resultados obtenidos en relación al efecto de la cal sobre la disponibilidad de este nutrimento ha sido controversial. En zonas templadas se ha visto el efecto benéfico del P aplicado después que la acidez del suelo ha sido corregida. WOODRUFF y KAMPRATH (1965), encontraron que el encalado incrementó la eficiencia de fertilizantes fosforados en suelos ácidos que contenían apreciables cantidades de Al intercambiable.

URIBE (1987), reporta que la toxicidad del aluminio se presenta cuando la concentración de este elemento en el suelo alcanza niveles altos que la planta no puede tolerar. Su efecto se manifiesta cuando la raíz altera su proceso de división celular especialmente en los puntos de crecimiento. En las raíces principales, ocurre una proliferación de raíces secundarias que son gruesas y poco ramificadas en raicillas finas. Resulta que, en casos severos de toxicidad de aluminio, las hojas, presentan síntomas parecidos a la deficiencia de fósforo, tales como plantas raquíticas, pequeñas, color verde oscuro opaco, coloraciones púrpuras en los tallos, hojas y venas foliares, ocurriendo amarillamiento y la muerte de las puntas de las hojas.

### **3.7.- ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE SUELOS ÁCIDOS.**

KAMPRATH (1967), menciona que para hacer frente a la acidez y sus efectos nocivos, se cuenta con prácticas como tolerancia varietal de los cultivos y el encalado.

SÁNCHEZ Y SALINAS (1983), refieren que un 70% las limitaciones por acidez del suelo están relacionadas a las toxicidades de aluminio y deficiencias de fósforo, magnesio y potasio y baja mineralización de la materia orgánica. Indican que para resolver estos problemas se utiliza lo siguiente:

- Cal para reducir la saturación de aluminio por debajo de los niveles tóxicos para sistemas agrícolas específicos.
- Dolomita para suministrar calcio y magnesio para estimular su movimiento en el subsuelo.
- El uso de especies y variedades tolerantes a la toxicidad de aluminio y manganeso.
- Combinaciones de cal dolomítica, roca fosfórica y abonos orgánicos.

En la actualidad, son escasos los cultivos de rentabilidad que soportan condiciones de extrema acidez, de allí que la práctica del encalado sea el más viable para hacer productivo en el más breve plazo, suelos que tengan limitaciones de uso por acidez.

AGROBIT(2 000), menciona que el año 1 992 se realizaron ensayos de encalado en un suelo con un pH de apenas 5,8 -es decir muy por debajo del nivel crítico- que venía de ocho años de agricultura (el cultivo antecesor fue girasol) y con el trabajo se buscó evaluar la producción, persistencia y nodulación de esta leguminosa ante dosis crecientes de cal, a partir de esa negativa condición inicial.

En el mes de abril de aquel año se aplicaron dosis de 1.000, 2.000 y 3.000 kilogramos por hectárea en otros tantos lotes, dejando una como testigo, sin encalar. La cal utilizada contenía el equivalente a 41,16 por ciento de óxido de calcio y 20,2 por ciento de óxido de magnesio, implantándose alfalfa. La evaluación de la productividad se realizó mediante cortes al inicio de la floración. Los resultados fueron más que reveladores, ya que la productividad de materia seca por hectárea llegó casi a duplicar la verificada en el lote testigo, a la par que se manifiesta otro de los efectos de la corrección de la acidez del suelo sobre la alfalfa: el incremento de su persistencia. Al cabo de los tres años de la experiencia, la cobertura de plantas, considerada ésta como medida de la persistencia, el lote testigo tenía el 51 por ciento del stand original, mientras que para los corregidos con 2.000 o más kilogramos de cal por hectárea, el nivel de cobertura promedió el 80 por ciento. Tanto por la situación de los suelos de la región como por los resultados obtenidos.

### **3.8.- Efecto Residual De Las Enmiendas**

ALCARDE (1992), respecto al efecto residual de la cal indica que depende de su velocidad de reacción o reactividad en el suelo y son varios los factores que intervienen en este proceso : la temperatura y la humedad, así como un valor alto de acidez.

En suelos con pendientes muy fuertes, la cal aplicada superficialmente puede perderse por escorrentía y erosión. Así mismo los productos que forman bases fuertes como los óxidos e hidróxidos reaccionan más rápido, pero su efecto residual no es muy prolongado debido a que el Ca y/o Mg pueden ser lixiviados con el tiempo en climas lluviosos.

Por su parte CHAVEZ (1993), manifiesta que el tamaño de las partículas de los productos determinan el efecto de la residualidad, es así que los materiales de encalado más finos reaccionan mucho más rápido que los gruesos, y su efecto residual es menor. El ciclo de los cultivos es otro factor que determina el efecto residual de la cal, en los cultivos de ciclos muy cortos es preferible el uso de materiales de rápida reacción y alta fineza tales como óxidos e hidróxidos de calcio. En cultivos perennes se puede utilizar cal con un efecto residual más prolongado (con material más grueso). La dosis del material a utilizarse es otro factor importante, dosis muy bajas o que subestiman el contenido de acidez intercambiable del suelo no reduce la acidez de forma cuantificable y el efecto residual es casi nulo.

**El Efecto Residual de la Cal, según Thompson, citado por Rivera (1996), está condicionado por factores que son los siguientes:**

**a) Factor de Clima.** En zonas de alta precipitación se verá disminuido principalmente por la constante



lixiviación de calcio y bases en general hacia horizontes más profundos.

La temperatura actúa como un catalizador en las reacciones que se producen en el suelo

**b) Factor Suelo.** Relacionado con las características del suelo

- **Textura.** En suelos de textura gruesa, pobres en coloides con una baja capacidad de intercambio cationico (CIC), el Calcio añadido no podrá ser retenido en los escasos sitios de cambio, pudiendo perderse rápidamente por lixiviación. En suelos de textura media o fina , con mayor CIC absorberán más calcio, impidiendo su lavaje

- **Húmedad del Suelo.** En suelo húmedo la cal reaccionará más rápidamente que un suelo seco, acelerando la descomposición y disminuyendo el efecto residual en poco tiempo.

- **Materia Orgánica.** En su descomposición produce humus que posee propiedades de coloide hidrofílico, en mayor cantidad enriquecerá el complejo arcillo-húmico, favoreciendo la retención del calcio añadido y su efecto residual

**c). Material Encalante.**

Se considera :

- **Químico.** Composición del material, si es una caliza ( $\text{CaCO}_3$ ), dolomita ( $\text{CaCO}_3\text{Mg CO}$ ); óxidos o hidróxidos o si es un silicato ( $\text{CaSiCO}_3$ ). Estos materiales poseen características individuales, velocidad de reacción y efectos posteriores. Un hidroxido tendra un efecto mucho mas rápido que un carbonato, de acción más lenta pero prolongada.

-**Físico.** Se refiere al tamaño de la particula o finura del material encalante, la reacción con el suelo es más rápida, cuanto más fino sea el material añadido, por ofrecer mayor superficie de contacto con el suelo.

**d) Factor Cultivo y Tiempo:** la duración y actividad de la cal se verá influenciada por el tipo y secuencia de cultivos implantados.

El efecto residual del encalamiento depende de la rapidez con que el calcio y magnesio estan siendo desplazados por la acidez residual de los fertilizantes nitrogenados.

Según **Mahilum et. Al.**, citado por **Sánchez(1984)**, mencionan que en un suelo Hydrandept en Hawai

encontraron que después de 5 años una dosis de 2 TM/Ha de cal mantenía el nivel de aluminio alrededor de un 1 meq. (valor original de 3 meq.), aun cuando la mayor parte del calcio es lixiviado a niveles inferiores.

**Rivera (1996)**, al evaluar el efecto residual de tres materiales encalantes después de 5 años de aplicación , sobre el rendimiento del cultivo de maíz, concluye que existió diferencias altamente significativas para el factor de dosis de cal. Al respecto se incrementó los rendimientos de grano y altura de plantas con las mayores dosis de cal ( neutralización . de 7.5 meq. de Al/100gr de suelo), habiendo sobresalido los tratamientos con caliza de yurimaguas ( caliza molida,  $\text{CaCO}_3$ ), cal apagada (baños termales de Moyobamaba,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ) y la Caliza de nueva Cajamarca (caliza molida,  $\text{CaCO}_3$ ), con rendimientos de granos de 2,182 ; 2,162 y 2,080 Kg /Ha, respectivamente , que a su vez permitieron obtener los mejores beneficios económicos por hectárea.

Por otro lado las alturas de plantas fueron de 163 cm (T6), 160 cm(T12) y 155 cm (T4).

Las fuentes de cal de Nueva Cajamarca, son mas efectivas por haber reportado una mayor neutralización del aluminio. Lo cual puede atribuirse a su menor solubilidad

que le permitió permanecer en el suelo a través del tiempo, indicando que tuvo mayor efecto residual.

### **3.9.- Características Agronomicas de la Variedad de Maiz INIA 602**

INIA (2000), reporta que después de tres años de continua investigación y selección de materiales genéticos de maíces tolerantes a la acidez, evaluado en el Alto Mayo, proveniente del CIMMYT México sobresalió la variedad denominada INIA 602, cuyas características son las siguientes:

- Habito de crecimiento : Erecto
- Altura de Planta : 160 a 180 cm.
- Altura de Mazorca : 80 – 100 cm.
- Días a la Floración : 52 – 58 días
- Días a la Maduración : 110 – 120 días
- Color de Grano : Amarillo
- Textura del Grano : Cristalino
- N° de hileras de semilla Mazorca: 12 a 14
- Forma de Mazorca : Cilíndrica

- Longitud de Mazorca : 14 a 18 cm.
- Reacción a Plagas y Enfermedades : Resistencia moderada a cogollero y enfermedades.
- Rendimiento
  - Suelos Normales : 5.0 TM/ha
  - Suelos Ácidos : 3.5 TM/ha

RENGIFO (2002), muestra el efecto de las dosis de magnecal sobre el rendimiento en grano de maíz variedad INIA 602 en la primera campaña del experimento donde se observó que hubo diferencias altamente significativas entre los diversos tratamientos estudiados, también menciona que hubo incremento con el rendimiento del cultivo estrechamente relacionado con el incremento de la dosis de magnecal. El rendimiento más bajo se obtuvo con el testigo sin la aplicación de enmienda con un promedio de 2625 Kg/ha, además con la aplicación de Magnecal los rendimientos variaron desde 3,102 Kg/ha hasta 4,559 Kg/ha con dosis más alta ( 4.0TM/ha) los mismos que son altos en comparación a los rendimientos que normalmente obtienen los agricultores en nuestra región en suelos con problemas de acidez donde llegan a obtener entre 2,000 y 3,500 Kg/ha

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Materiales**

#### **4.1.1. Descripción del Área Experimental**

##### **4.1.1.1. Ubicación**

El presente trabajo se realizó en terrenos de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, ubicado en el sector Aocaloma a 15 Km. de la ciudad de Tarapoto, siguiendo la carretera a San Antonio de Cumbaza, comprensión del distrito de San Roque, Provincia de Lamas, Región San Martín.

#### **Localización Geográfica**

- Longitud oeste : 76° 21'
- Latitud sur : 6° 20'
- Altitud : 650 m.s.n.m
- Zona de Vida : Bh-Pt

##### **4.1.1.2. Características Edafoclimáticas**

###### **A) Suelo**

Las características físicas y químicas del suelo del área experimental a una profundidad de 20 cm. al iniciar el presente experimento, fueron determinados en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de San Martín, los cuales se indican en el Cuadro N° 01 que

corresponden a la muestra general antes de la aplicación de la enmienda .

**CUADRO Nº 01: Análisis de Suelo en el Área Experimental**

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	MÉTODO	INTERPRETACIÓN
Arena	85.2 %		
Arcilla	5.6 %		
Limo	9.2 %		
Clase Textural		Boyucos	Arena Franca
PH	5.72	Potenciómetro	Ligeramente ácido
Conductividad Eléctrica	0.9 mmhos/cm <sup>3</sup>	Conductímetro	Bajo
Materia Orgánica	3.15 %	Walkley Black	Medio
Fósforo Disponible	11 ppm	Olsen Modificado	Bajo
Potasio Intercambiable	0.21 meq/100gr.	Turbidimétrico de Tetrafenil Borato	Medio
Ca + Mg Intercambiable	2.6 meq/100gr.	Titulación de EDTA	Bajo
Aluminio Intercambiable	5.7 meq/100gr.	Cloruro de Potasio	Alto
Nitrógeno	0.004120 %	Cálculo de M.O.	Medio

**Fuente: Laboratorio de Suelos, Fac. Ciencias Agrarias - UNSM**

## B) Condiciones Climáticas

El experimento se realizó entre los meses de enero a mayo del 2002.

Las condiciones climáticas referidas a temperatura y precipitaciones, fueron proporcionadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, oficina de Tarapoto, se indica en el Cuadro N° 02.

**CUADRO N° 02: Datos Metereologicos Correspondientes a los meses del Experimento, Enero – Mayo del 2002**

MESES	TEMPERATURA MEDIA PROM. MENS. °C	HUMEDAD RELATIVA MEDIA PROM. MENS. %	PRECIPITACIÓN TOTAL MENS. MM
Enero	23.9	78	54.5
Febrero	23.7	81	182.5
Marzo	23.6	81	136.5
Abril	23.1	87	183.9
Mayo	22.9	87	135.4
Promedio	23.44	82.8	138.56

**Fuente: Servicio Nacional de Metereología e Hidrología (SENAMHI)**



## 4.2. METODOLOGÍA

### 4.2.1. Factores y Tratamientos en Estudio

#### 4.2.1.1. Factores

Los factores estudiados fueron los siguientes

##### A) Dosis de Magnecal

Se evaluó 09 dosis de magnecal (77% Ca CO<sub>3</sub> y Mg CO<sub>3</sub>), siendo los tratamientos en estudio los siguientes:

Nº de Tratamiento	Dosis(Tm/ha)
1	0.0
2	0.5
3	1.0
4	1.5
5	2.0
6	2.5
7	3.0
8	3.5
9	4.0

##### B) Cultivo

Soya (Glycine max Merrill), variedad Cristalina.

#### 4.2.1.2. Diseño Experimental

El diseño experimental empleado fué de Bloques Completamente Randomizado (BCR), con 4 bloques y 9 tratamientos (efecto residual de la primera campaña de maíz).

## A) Análisis Estadístico

Para los análisis estadísticos se utilizó la técnica del Análisis de Varianza (ANVA) y la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

El ANVA tuvo las características que se indican en el Cuadro N° 03.

**Cuadro N° 03    Esquema del Análisis de Varianza para el experimento**

FUENTE DE VARIABILIDAD	FÓRMULA	GRADOS DE LIBERTAD
Bloques	$r - 1$	3
Tratamientos	$t - 1$	8
Error	$(r-1)(t-1)$	24
Total	$Rt - 1$	35

### 4.2.1.3. Características del Campo Experimental

#### a) Campo Experimental

- Largo : 45.0 m
- Ancho : 27.0 m
- Área total : 1,215.0 m<sup>2</sup>
- Unidades experimentales : 36

#### **b) Bloques o Repeticiones**

- Número de bloques : 4
- Largo : 45.0 m
- Ancho : 6.0 m
- Área total : 270.0 m<sup>2</sup>
- Número de parcelas / bloques : 9
- Separación entre bloque : 1.0 m

#### **c) Parcelas**

- Número de parcelas : 36
- Largo de parcelas : 6.0 m
- Ancho de parcelas : 5.0 m
- Área de parcelas : 30.0 m<sup>2</sup>
- Área neta experimental : 2.88 m<sup>2</sup>

### **4.2.2. Ejecución del Experimento**

#### **4.2.2.1. Preparación del Terreno**

Se efectuó en el mes de Julio (25-07-01) realizando el desbroce (corte de shapumba) del área seleccionada, luego se eliminó toda la maleza, contando con apoyo de obreros de campo, dejando el área totalmente libre.

El 04-08-01, se realizó la mecanización con maquinaria, habiéndose arado y rastreado el campo dejando listo para la instalación del experimento.

Luego de la cosecha del primer cultivo (maíz) se aplico un herbicida (glifosato) y se dejo todo el rastrojo en el campo; utilizando el sistema de siembra directa. (Soya).

#### **4.2.2.2. Muestreo de Suelos**

Al iniciar el experimento con el cultivo de maíz, se realizó un primer muestreo general de toda el área antes de la aplicación de enmienda a una profundidad de 20 cm. Para conocer las características físicas y químicas iniciales del suelo.(Cuadro N° 01)

El segundo muestreo se realizó después de la aplicación de la enmienda, es decir después de la cosecha del cultivo de maíz, obteniendo 36 muestras de los 9 tratamientos en estudio y 4 repeticiones.

Para evaluar el efecto residual del encalado, se realizó el tercer muestreo al culminar la cosecha del cultivo de rotación, soya (Glycine max Merrill), obteniendo 36 muestras de cada tratamiento en estudio.

#### **4.2.2.3. Trazado del Campo Experimental**

Se utilizó el trazado y la demarcación del campo, de acuerdo al diseño experimental, para el cultivo anterior, de maíz. (Ver Grafico N° 11 del anexo)

#### **4.2.2.4. Aplicación de Inoculante**

Esta labor se realizó, por la mañana, aplicando Rhizobium japonicum a una dosis de 20 gr. / Kg. De semilla, utilizando 3 cucharadas de azúcar en una taza de agua, con la finalidad de humedecer la semilla y aumentar la actividad bacteriana.

#### **4.2.2.5. Siembra**

La siembra se efectuó manualmente, después de la aplicación del inoculante, con fecha 30 de enero del 2002, empleando el equivalente de 70 Kg. de semilla de soya, variedad "Cristalina". El distanciamiento fue de 0.60 m. entre hileras y 0.20 m. entre golpes (3 semillas por golpe) a una profundidad de 3 a 5 cm.

#### **4.2.2.6. Resiembra**

Esta labor se efectuó a los 10 días después de la siembra, para lograr una homogeneidad en el número de plantas por golpe, momento en la cual también se evaluó la emergencia.

#### **4.2.2.7. Aporque**

El aporque se llevó a cabo a los 24 días después de la siembra (22 de febrero del 2002), con la finalidad de

facilitar la retención de humedad, mayor aprovechamiento de nutrientes y lograr una mayor estabilidad de las plantas.



#### **4.2.2.8. Control de Malezas**

Se efectuaron 2 deshierbos manuales, a los 24 días después de siembra, y al finalizar la floración. El primer deshierbo se realizó, juntamente con el aporque.

#### **4.2.2.9. Fertilización**

La fertilización se realizó a través de aplicaciones foliares a base de fósforo, potasio, magnesio, azufre y fitohormonas a 30 días después de la siembra y durante la floración.

#### **4.2.2.10. Control de Plagas Y Enfermedades**

Se realizó previa evaluación teniendo en cuenta el grado de ataque de plagas Diabroticas sp (Diabroticas), utilizando para ello control químico, aplicando el insecticida Cypermetrina 25 C.E. en el caso de enfermedades, no se presentó ataque que haya sido significativo.

#### **4.2.2.11. Cosecha**

Se efectuó en forma manual, cuando las plantas mostraron su madurez fisiológica, procediendo a arrancar las plantas del suelo para luego trillar.

### **4.2.3. EVALUACIONES**

#### **4.2.3.1. Durante el Desarrollo de la Soya.**

##### **A) Altura de Planta.**

Se realizó con una regla centimetrada tomando diez plantas al azar por parcela, midiendo desde la base del suelo hasta el ápice del tallo, evaluándose cuando las plantas alcanzaron un máximo desarrollo vegetativo. (10/04/2002).

#### **4.2.3.2. A la Cosecha**

##### **A) Longitud de Raíz Principal**

Se realizó la selección, al azar de 10 plantas por parcela, y consistió en extraer las raíces del suelo cuidando que no se rompan para luego medir la longitud de la raíz principal con una regla centimetrada. (21/05/2002)

##### **B) Número de Vainas por Planta.**

Se seleccionó 10 plantas al azar por cada unidad experimental y se contabilizó el número de vainas llenas que presentó cada planta a la madurez fisiológica.

##### **C) Peso de 100 granos**

Luego de la trilla, y después de secar las semillas al 14% de humedad, se procedió al pesado correspondiente de 100 granos por cada tratamiento,

utilizando para ello la balanza electrónica del laboratorio de suelos de la F.C.A

#### **D) Rendimientos**

Se realizó el peso seco de semillas al 14% de humedad, utilizando la balanza analítica del laboratorio de suelos de la F.C.A por cada parcela o tratamiento, esta se proyectó a Kg. / Ha.

#### **4.2.3.3. Evaluaciones en el Suelo**

##### **A) Evaluaciones Antes de la Siembra**

Se efectuaron de las 36 muestras de suelo, después de la cosecha del cultivo de maíz. En estas muestras se determinó: pH, fósforo disponible, calcio + magnesio cambiante, potasio cambiante y aluminio cambiante.

##### **B) Evaluaciones Después de la Cosecha**

Se realizó la toma de 36 muestras de suelo de cada unidad experimental, después de la cosecha, al igual que en la evaluación anterior, se efectuó las mismas determinaciones químicas.

#### **4.2.3.4. Análisis Económico**

Se realizó a través de los costos de producción del cultivo de maíz y Soya, adaptado para agricultores de pequeña y gran escala, sobre la base de cada uno de los



tratamientos del experimento y proyectado a una Hectárea, estableciéndose la relación costo –beneficio.

La dosis técnica se determino al finalizar el segundo cultivo tomando muestras en todas las unidades experimentales y comparando con el primer cultivo, teniendo en cuenta las demás variables , como pH, M, O, P disponible, K intercambiable calcio más magnesio y aluminio cambiable, también el rendimiento y la rentabilidad de cada uno de los tratamientos.

## V. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente, mediante el análisis de varianza y la prueba de Duncan.

### 5.1. EN EL CULTIVO

#### 5.1.1. Altura de la Planta

**CUADRO N° 04: Análisis de Varianza de Altura de Planta**

Fuente de Variabilidad	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Significancia
Bloque	3	220.56	73.521	31.96	**
Tratamiento	8	953.05	119.132	51.78	
Error	24	55.21	2.301		
TOTAL	35	1228.83			

\*\* = Altamente significativo    CV = 2.33%     $R^2 = 95.51$

Sx = 1.52

**CUADRO N° 05: Prueba de Duncan de Altura de Planta**

Tratamiento	Dosis de Magnecal en TM / Ha	Altura de planta ( Cm)	Significancia
T9	4.0	72.68	a
T8	3.5	70.32	b
T7	3.0	68.97	b
T6	2.5	66.63	c
T5	2.0	66.00	cd
T4	1.5	63.80	de
T3	1.0	61.67	ef
T2	0.5	60.25	f
T1	0.0	55.17	g

### 5.1.2. Longitud de Raíz Principal

**CUADRO N° 06: Análisis de Varianza de Longitud de Raíz Principal**

Fuente de Variabilidad	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Significancia
Bloque	3	8.43	2.81	3.89	**
Tratamiento	8	123.61	15.45	21.38	
Error	24	17.35	0.72		
TOTAL	35	149.39			

\*\* = Altamente significativo

CV = 2.33%

$R^2 = 88.39$

Sx = 0.85

**CUADRO N° 07 : Prueba de Duncan de Longitud de Raíz Principal**

Tratamiento	Dosis de Magnecal en TM/HA	Longitud de Raíz Principal (X Cm)	Significancia
T9	4.0	17.90	a
T8	3.5	16.52	b
T7	3.0	15.63	bc
T6	2.5	14.80	cd
T5	2.0	14.18	de
T4	1.5	13.45	ef
T3	1.0	13.02	efg
T2	0.5	12.70	fg
T1	0.0	11.80	g

### 5.1.3. Número de Vainas Por Planta

**CUADRO N° 08: Análisis de Varianza de Número de Vainas  
por Planta**

<b>Fuente de Variabilidad</b>	<b>Grado de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>Valor F</b>	<b>Significancia</b>
Bloque	3	9.029	3.01	37.54	**
Tratamiento	8	12.08	1.51	18.83	
Error	24	1.92	0.08		
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>23.03</b>			

\*\* = Altamente significativo

CV = 5.12%

$R^2 = 91.66$

$S_x = 0.282$

**CUADRO N° 09: Prueba de Duncan del Número de Vainas por Planta**

<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis de Magnecal en TM/HA</b>	<b>Número de Vainas por Planta</b>	<b>Significancia</b>
T9	4.0	6.27	a
T8	3.5	6.01	ab
T7	3.0	5.93	ab
T6	2.5	5.84	ab
T5	2.0	5.77	b
T4	1.5	5.58	b
T3	1.0	5.16	c
T2	0.5	4.86	c
T1	0.0	4.37	d

#### 5.1.4. Peso de 100 Granos (gr)

CUADRO N° 10: Análisis de Varianza para el Peso de 100 Granos (gr)

Fuente de Variabilidad	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Significancia
Bloque	3	16.37	5.46	54.29	**
Tratamiento	8	31.17	3.90	38.75	
Error	24	2.41	0.10		
TOTAL	35	49.96			

\*\* = Altamente significativo

CV = 2.50%

$R^2 = 95.16$

$S_x = 0.32$

CUADRO N° 11: Prueba de Duncan para el Peso de 100 Granos (gr)

Tratamiento	Dosis de Magnecal en TM/HA	Peso de 100 Granos (gr)	Significancia
T9	4.0	14.19	a
T8	3.5	13.57	b
T7	3.0	13.47	bc
T6	2.5	13.06	cd
T5	2.0	12.68	d
T4	1.5	12.18	e
T3	1.0	12.02	e
T2	0.5	11.52	f
T1	0.0	11.29	f

### 5.1.5. Rendimiento en Kg/ Ha de Soya

**CUADRO N° 12: Análisis de Varianza para el Rendimiento en Kg/ Ha de Soya**

Fuente de Variabilidad	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Significancia
Bloque	3	1899752.03	633250.68	24.23	**
Tratamiento	8	4297746.77	537218.35	20.55	
Error	24	627328.92	26138.71		
TOTAL	35	6824827.72			

\*\* = Altamente significativo

CV = 14.05%       $R^2 = 90.81$        $S_x = 1.62$

**CUADRO N° 13: Prueba de Duncan para el Rendimiento en Kg/ Ha de Soya**

Tratamiento	Dosis de Magnecal en TM/HA	Rendimiento en Kg/ Ha de Soya	Significancia
T9	4.0	1651.00	a
T8	3.5	1467.00	ab
T7	3.0	1447.00	ab
T6	2.5	1327.00	bc
T5	2.0	1178.00	c
T4	1.5	1123.00	c
T3	1.0	882.40	d
T2	0.5	710.90	de
T1	0.0	569.00	e

## 5.2. EN EL SUELO

### 5.2.1. Determinación de pH Antes de la Siembra

**CUADRO N° 14: Análisis de Varianza de la Determinación de pH Antes de la Siembra**

Fuente de Variabilidad	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Significancia
Bloque	3	0.16	0.05	2.34	**
Tratamiento	8	8.98	1.12	50.35	
Error	24	0.54	0.02		
TOTAL	35	9.67			

\*\* = Altamente significativo CV = 2.59%

$R^2 = 94.52$

Sx = 0.14

**CUADRO N° 15: Prueba de Duncan de la Determinación de pH Antes de la Siembra**

Tratamiento	Dosis de Magnecal en TM/HA	pH Antes de la Siembra	Significancia
T9	4.0	6.55	a
T8	3.5	6.26	b
T7	3.0	6.14	bc
T6	2.5	5.95	cd
T5	2.0	5.87	d
T4	1.5	5.52	e
T3	1.0	5.45	e
T2	0.5	5.30	e
T1	0.0	4.85	f

5.2.2. Determinación del Fósforo Antes de la Siembra

CUADRO N° 16: Análisis de Varianza para el Fósforo Disponible en ppm, Antes de la Siembra

Fuente de Variabilidad	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Significancia
Bloque	3	3.59	1.20	6.63	**
Tratamiento	8	38.93	4.87	26.95	
Error	24	4.33	0.181		
TOTAL	35	46.85			

\*\* = Altamente significativo

CV = 3.59%       $R^2 = 90.76$        $S_x = 0.43$

CUADRO N° 17: Prueba de Duncan de la Determinación del Fósforo Disponible en ppm, Antes de la Siembra

Tratamiento	Dosis Magnecal en TM/Ha	P. Disponible en ppm	Significancia
T9	4.0	13.50	a
T8	3.5	12.81	b
T7	3.0	12.56	bc
T6	2.5	12.38	bc
T5	2.0	11.94	cd
T4	1.5	11.44	de
T3	1.0	11.00	ef
T2	0.5	10.75	f
T1	0.0	10.06	g



### 5.2.3. Determinación del Ca + Mg Cambiable Antes de la Siembra

**CUADRO N° 18: Análisis de Varianza de la Determinación de Ca + Mg en meq/100 gr. , Antes de la Siembra**

Fuente de Variabilidad	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Significancia
Bloque	3	1.80	0.601	3.46	**
Tratamiento	8	164.96	20.62	118.62	
Error	24	4.17	0.17		
TOTAL	35	170.93			

\*\* = Altamente significativo

CV = 5.15%       $R^2 = 97.56$        $S_x = 0.41$

**CUADRO N° 19: Prueba de Duncan de la Determinación del Ca + Mg en meq/100 gr., Antes de la Siembra**

Tratamiento	Dosis de Magnecal en TM/HA	Ca + Mg meq/100gr.	Significancia
T9	4.0	10.91	a
T8	3.5	10.41	ab
T7	3.0	9.88	b
T6	2.5	9.13	c
T5	2.0	8.38	d
T4	1.5	7.50	e
T3	1.0	6.63	f
T2	0.5	6.00	g
T1	0.0	4.00	h

#### 5.2.4. Determinación de Potasio Cambiable Antes de la Siembra

**CUADRO N° 20: Análisis de Varianza de la Determinación de Potasio en meq/100 gr., Antes de la Siembra**

Fuente de Variabilidad	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Significancia
Bloque	3	0.025	0.008	10.929	**
Tratamiento	8	0.197	0.025	32.657	
Error	24	0.018	0.001		
TOTAL	35	0.240			

\*\* = Altamente significativo

CV = 12.30%

$R^2 = 92.5$

$S_x = 0.03$

**CUADRO N° 21: Prueba de Duncan de la Determinación del Potasio en meq/100 gr., Antes de la Siembra**

Tratamiento	Dosis Magnecal en TM/HA	K. en meq/100 gr.	Significancia
T9	4.0	0.305	a
T8	3.5	0.295	a
T7	3.0	0.272	ab
T6	2.5	0.258	ab
T5	2.0	0.255	abc
T4	1.5	0.223	bc
T3	1.0	0.207	c
T2	0.5	0.107	d
T1	0.0	0.085	d

### 5.2.5. Determinación del Aluminio Cambiable Antes de la Siembra

**CUADRO N° 22: Análisis de Varianza de la Determinación del Aluminio cambiabile en meq/100gr., Antes de la Siembra**

Fuente de Variabilidad	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Significancia
Bloque	3	1.69	0.56	6.94	**
Tratamiento	8	119.62	14.95	184.50	
Error	24	1.95	0.08		
TOTAL	35	123.25			

\*\* = Altamente significativo CV = 15.46%  $R^2 = 98.43$   $S_x = 0.28$

**CUADRO N° 23: Prueba de Duncan para la Determinación de Aluminio Cambiable en meq/100 gr., Antes de la Siembra**

Tratamiento	Dosis Magnecal en TM/HA	Deter. De Al en meq/100gr.	Significancia
T1	0.0	5.53	a
T2	0.5	3.80	b
T3	1.0	2.95	c
T4	1.5	1.93	d
T5	2.0	1.60	d
T6	2.5	0.70	e
T7	3.0	0.08	f
T8	3.5	0.00	f
T9	4.0	0.00	f

### 5.2.6. Determinación del pH Después de la Cosecha

**CUADRO N° 24: Análisis de Varianza de la Determinación del Ph Después de la Cosecha**

Fuente de Variabilidad	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Significancia
Bloque	3	0.18	0.06	1.14	**
Tratamiento	8	10.03	1.25	23.34	
Error	24	1.29	0.05		
TOTAL	35	11.50			

\*\* = Altamente significativo CV = 4.13%

$R^2 = 88.78$

Sx = 0.223

**CUADRO N° 25: Prueba de Duncan para el pH Después de la Cosecha**

Tratamiento	Dosis de Magnecal en TM/HA	pH Después de la Cosecha	Significancia
T9	4.0	6.42	a
T8	3.5	6.15	ab
T7	3.0	6.02	bc
T6	2.5	5.78	cd
T5	2.0	5.63	de
T4	1.5	5.42	def
T3	1.0	5.36	ef
T2	0.5	5.16	f
T1	0.0	4.58	g

### 5.2.7. Determinación de Fósforo Disponible en ppm, Después de la Cosecha

**CUADRO N° 26: Análisis de Varianza para la Determinación de Fósforo en ppm, Después de la Cosecha**

Fuente de Variabilidad	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Significancia
Bloque	3	3.84	1.28	17.65	**
Tratamiento	8	23.57	2.95	40.64	
Error	24	1.74	0.07		
TOTAL	35	29.14			

\*\* = Altamente significativo CV = 2.50%  $R^2 = 94.06$  Sx = 0.2645

**CUADRO N° 27 : Prueba de Duncan para la Determinación de Fósforo en ppm, Después de la Cosecha**

Tratamiento	Dosis de Magnecal en TM/HA	P en ppm	Significancia
T9	4.0	12.19	a
T8	3.5	11.56	b
T7	3.0	11.31	b
T6	2.5	11.19	b
T5	2.0	10.69	c
T4	1.5	10.50	cd
T3	1.0	10.19	de
T2	0.5	10.00	e
T1	0.0	9.44	f

5.2.8. Determinación de Ca + Mg Cambiable, Después de la Cosecha

CUADRO N° 28: Análisis de Varianza para la Determinación de Ca + Mg  
en meq/100gr. , Después de la Cosecha

Fuente de Variabilidad	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Significancia
Bloque	3	9.58	3.19	9.45	**
Tratamiento	8	88.89	11.11	32.88	
Error	24	8.11	0.34		
TOTAL	35	106.58			

\*\* = Altamente significativo CV = 7.94%  $R^2 = 92.39$  Sx = 0.583

CUADRO N° 29: Prueba de Duncan para la Determinación de Ca + Mg  
en meq/100gr, Después de la Cosecha

Tratamiento	Dosis de Magnecal en TM/HA	Ca + Mg Después de la Cosecha	Significancia
T9	4.0	9.38	a
T8	3.5	8.88	ab
T7	3.0	8.38	bc
T6	2.5	8.13	bcd
T5	2.0	7.50	cd
T4	1.5	7.25	de
T3	1.0	6.50	ef
T2	0.5	5.88	f
T1	0.0	4.0	g

### 5.2.9. Determinación de Potasio Cambiable, Después de la Cosecha

**CUADRO N° 30: Análisis de Varianza para la Determinación de Potasio en meq/100gr., Después de la Cosecha**

Fuente de Variabilidad	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Significancia
Bloque	3	0.000	0.000	1.39	**
Tratamiento	8	0.001	0.000	29.61	
Error	24	0.000	0.000		
TOTAL	35	0.001			

\*\* = Altamente significativo CV = 2.14%  $R^2 = 100.0$  Sx = 0.1

**CUADRO N° 31: Prueba de Duncan para la Determinación de Potasio en meq/100gr, Después de la Cosecha.**

Tratamiento	Dosis de Magnecal en TM/HA	K en meq/100 gr	Significancia
T9	4.0	0.1100	a
T8	3.5	0.1100	a
T7	3.0	0.1070	b
T6	2.5	0.0990	c
T5	2.0	0.0990	c
T4	1.5	0.0990	c
T3	1.0	0.0980	cd
T2	0.5	0.0970	d
T1	0.0	0.0950	e

### 5.2.10. Determinación de Aluminio Cambiable, Después de la Cosecha

**CUADRO N° 32: Análisis de Varianza para la Determinación de Aluminio en meq/100gr., Después de la Cosecha**

Fuente de Variabilidad	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Significancia
Bloque	3	0.60	0.20	2.91	**
Tratamiento	8	91.56	11.45	166.75	
Error	24	1.65	0.07		
TOTAL	35	93.81			

\*\* = Altamente significativo CV = 9.65%  $R^2 = 98.24$  Sx = 0.264

**CUADRO N° 33: Prueba de Duncan para la Determinación de Aluminio en meq/100gr, Después de la Cosecha**

Tratamiento	Dosis de Magnecal en TM/HA	Al en meq/100 gr.	Significancia
T1	0.0	5.75	a
T2	0.5	3.83	b
T3	1.0	3.60	bc
T4	1.5	3.33	cd
T5	2.0	3.15	d
T6	2.5	2.15	e
T7	3.0	1.50	f
T8	3.5	0.73	g
T9	4.0	0.40	g



### 5.3. ANÁLISIS ECONOMICO

CUADRO N° 34: Relación Beneficio Costo de los Tratamientos.

Tratamientos	Rdto. Kg/ha	Précio	V B de P \$/.	C de P \$/.	V N de P	Relación B/C
	Soya	Soya	Soya	Soya	Soya	
T1	569.01	1.50	853.52	1,371.60	-518.08	0.62
T2	710.94	1.50	1,066.41	1,371.60	-305.19	0.78
T3	882.36	1.50	1,323.54	1,371.60	-48.06	0.96
T4	1,123.24	1.50	1,684.86	1,371.60	313.26	1.23
T5	1,177.51	1.50	1,766.27	1,371.60	394.67	1.29
T6	1,327.34	1.50	1,991.01	1,371.60	619.41	1.45
T7	1,446.70	1.50	2,170.05	1,371.60	798.45	1.58
T8	1,467.01	1.50	2,200.52	1,371.60	828.92	1.60
T9	1,651.04	1.50	2,476.56	1,371.60	1104.96	1.81

## VI. DISCUSIÓN

### 6.1. En el Cultivo

#### 6.1.1. Altura de Planta

El análisis de varianza (Cuadro N° 04), indica que el coeficiente de variabilidad (CV) obtenido con un valor de 2.33 se enmarca dentro de lo permisible para evaluaciones en campo, lo cual se corrobora con su desviación estándar que arroja un valor de 1.52 respecto al promedio general en la altura de planta para los tratamientos evaluados. El coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) nos explica los resultados obtenidos hasta un 95.51% que indica que la presente variable altura de planta es un indicador de determinación mayor para el efecto de la dosis con enmienda Calcio Magnesica en soya, (cuadro N° 05), indica que entre los tratamientos se observa diferencia significativa, por efecto de la enmienda (Carbonato de Calcio), sobre la altura de la planta.

Los promedios de altura de planta de los tratamientos, estadísticamente son diferentes en cada una de las evaluaciones. Al observar el cuadro, se aprecia diferencias de alturas variando desde 55.17 cm para el tratamiento T1(0.0Tm/ha) hasta 72.68 cm para el tratamiento T9 ( 4.0 Tm/ha).

Las variaciones de altura en cada uno de los tratamientos pueden atribuirse a los efectos de las dosis aplicadas de carbonato de calcio, debido a que el efecto neutralizante del material encalante sobre el aluminio sigue vigente, siendo mayor a dosis más alta. En el testigo sin encalar se encontró que existe toxicidad del aluminio.

### 6.1.2. Longitud de Raíz Principal

El análisis de varianza para la longitud de la raíz principal, se presenta en el cuadro N° 06, el coeficiente de variabilidad (CV) obtenido fue de un valor de 2.33% el cual se encuentra dentro del rango permisible para las evaluaciones de campo, el cual se corrobora con la desviación estándar ( $S_x$ ) que se obtuvo un valor de 0.85, respecto a la media general y evidentemente en el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) con un valor de 88.39%. Explica que la longitud de raíz principal es una variable que responde de determinación mayor para el efecto de la dosis con una muestra Calcio Magnesica en la Soya.

La prueba de Duncan (cuadro N° 07), muestra la longitud de raíz principal, donde también existe diferencias significativas entre los tratamientos. Los tratamientos T9 (4.0 Tm/ha), T8 (3.5 Tm/ha) y T7 (3.0 Tm/ha) reportaron los valores más altos con 17.90 cm., 16.52 cm. Y 15.63 cm. Respectivamente; siendo los tratamientos T3 (1.0 Tm/ha), T2 (0.5 Tm/ha) y T1 (0.0 Tm/ha), cuyos valores oscilan entre 13.02 cm. a 11.80 cm. los que presentaron una menor longitud de la raíz principal.

La longitud de la raíz principal en cada uno de los tratamientos han ido creciendo a medida que la dosis de aplicación de la enmienda fue incrementándose, de manera que en los testigos, sin encalar, se encuentra que existe toxicidad de aluminio en la planta, por lo cual existe un menor desarrollo radicular, por la alteración del

proceso de división celular en los puntos de crecimiento como lo manifiesta (URIBE, 1987).

### **6.1.3. Número de Vainas por Planta**

El análisis de varianza para el número de vainas por planta que se presenta en el cuadro N° 08, este indica que el Coeficiente de Variabilidad (CV) con un valor de 5.12% se encuentra dentro del límite de confiabilidad, para las evaluaciones de campo, el cual influyó en la Desviación Estándar (Sx) que tiene un valor de 0.82% respecto a la Media General y al Coeficiente de Determinación con un valor de 91.66%, el cual nos demuestra que el número de vainas es una variable que responde bien al efecto sobre los tratamientos evaluados en la dosis con enmienda Calcio Magnesica en el cultivo de la soya .

La prueba de DUNCAN (Cuadro N° 09), muestra para el número de vainas por planta (datos transformados) que existe diferencias significativas entre los tratamientos. Al respecto los tratamientos T9 (4.0 Tm/ha), T8 (3.5 Tm/ha) y T7 (3.0 Tm/ha), reportaron los valores más altos ( 6.27, 6.01 y 5.93 para los datos transformados), y los tratamientos T2 (0.5 Tm/ha), T1 (0.0 Tm/ha), reportaron menores valores (4.86 y 4.37 datos transformados). Esto nos demuestra que con dosis mayores de 3.0 Tm/ha de Magnecal, el número de vainas por planta se incrementa notablemente respecto al testigo, posibilitando de esta manera obtener mejor producción del cultivo (AGROBIT,2000).



#### 6.1.4. Peso de 100 Granos

En el Cuadro N° 10, se presenta el ANVA, sobre el peso de 100 granos. Este indica el Coeficiente de Variabilidad (CV) con un valor de 2.50% el cual se encuentra dentro del valor de confiabilidad para las evaluaciones de campo lo cual influyo en la Desviación Estandar (Sx) que tiene un valor de 0.32% respecto a la Media General y el Coeficiente de Determinación (R<sup>2</sup>) con un valor de 95.16%, este explica que el peso de 100 semillas al 14.0% de humedad es una variable que responde al efecto sobre los tratamientos evaluados en la dosis con enmienda Calcio Magnesica en el cultivo de la soya.

En la prueba de Duncan (Cuadro N° 11), muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, como se puede apreciar el T9 (4.0 Tm/ha) alcanzó el mayor peso con 14.19 gr. Mientras que los tratamientos T8 (3.5 Tm/ha), T7 (3.0Tm/ha) con 13.57 gr. Y 13.47 gr. respectivamente también obtuvieron pesos considerablemente buenos, no existiendo diferencia estadística entre ambos tratamientos. Por su parte los que obtuvieron menor peso fueron los tratamientos T2 (0.5 Tm/ha) y T1 (0.0 Tm/ha), cuyos pesos fueron 11.52 gr. y 11.29 gr. respectivamente.

Estos resultados ponen en evidencia que con dosis mayores de Magnecal el efecto residual es mayor, por lo tanto la respuesta por el cultivo es gradual a medida que se eleva la dosis, ascendiendo también la ganancia de peso del grano.

### 6.1.5. Rendimiento en Kg. /ha de Soya

El análisis de varianza, expresado en el Cuadro N° 12, indica un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 14.5% el cual se encuentra dentro del grado de confiabilidad para las evaluaciones de campo lo que influencio en la Desviación Estándar (Sx) que arrojó un valor de 1.62% respecto a la Media General y también al Coeficiente de Determinación (R<sup>2</sup>) con un valor de 90.8%, explica que el rendimiento de grano al 14% de humedad es una variable que responde bien al efecto sobre los tratamientos evaluados en la dosis con enmienda calcio magnesica en el cultivo de la soya.

De igual manera la prueba de DUNCAN (Cuadro N° 13), indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos, en el cual observa que los mejores tratamientos donde se aplicó las mayores dosis de magnecal alcanzaron rendimientos entre 1,651.00 Kg/ha (T9: 4.0Tm/ha); 1,467.00 Kg/ha (T8: 3.5 Tm/ha) y 1,447.00 Kg/ha (T7:3.0Tm/ha) estos fueron decreciendo a medida que la dosis de la enmienda fue menor, de manera que los testigos (569.00 Kg/ha) tuvieron rendimientos muy bajos.

Estos resultados nos demuestran que después de 9 meses de aplicado magnecal, el efecto residual esta directamente relacionado con los niveles de neutralización. Lo cual es mencionado también por (RIVERA, 1996) Y (SÁNCHEZ Y SALINAS, 1983), quienes mencionan que a mayor dosis de cal aplicado existe un mayor efecto residual que es favorable para los cultivos. Los rendimientos de soya obtenidos por (ZEGARRA ,2000), en el cual para la variedad

cristalina tuvo una producción de 3 375,00 Kg/ha, comparado con los rendimientos del presente experimento, terminan siendo bajo. Para mejorar la producción se necesitaría incrementar las dosis con fuentes de carbonatos de calcio que tengan menor solubilidad para asegurar la rentabilidad del cultivo vía la utilización del "magnecal", por agricultores de pequeña escala, de manera que su aprovechamiento pueda ser un tiempo mayor, donde el suelo pueda ser manejado estratégicamente con rotación de cultivos, donde la utilización de las leguminosas (como la *Mucuna sp* ) sean base para recuperar la productividad de suelos ácidos.

## **6.2. EN EL SUELO**

### **6.2.1. Determinación de pH**

#### **a. pH Antes de la Siembra**

El Cuadro N° 14, del análisis de varianza de los valores de pH antes de la siembra, muestra que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, con un 94.52% de confiabilidad ( $R^2$ ), un Coeficiente de Variabilidad (CV) 2.59% y una Desviación Estándar (Sx) de 0.14%.

El Cuadro N° 15, para la prueba de DUNCAN, indica que en los promedios de pH, existe diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el T9 (4.0 Tm/ha), el que reporta mayor valor de pH : 6.55 mientras que el T1 (0.0 Tm/ha) es el que reporta menor valor de pH: 4.85. De esta manera es que se

puede apreciar que los valores de pH, para un suelo encalado, es directamente proporcional a las dosis aplicadas de magnecal, dando como resultado que los iones de calcio desplacen a los iones de aluminio, subiendo de esta manera el pH de la solución de acuerdo a la cantidad de cal aplicada, tal como lo manifiesta (RUSSEL Y RUSSEL, 1999)

#### **b. pH Después de la Cosecha del Cultivo**

El análisis de varianza, para el pH después de la cosecha, se muestra en el Cuadro N° 24, en el cual se aprecia que en los tratamientos existe diferencias altamente significativas, con un Grado de Confiabilidad ( $R^2$ ) de 88.78%, Coeficiente de Variabilidad (CV) de 4.13% y una por el efecto residual del material encalante.

De igual manera la prueba de DUNCAN (Cuadro N°25), indica que existe diferencia significativa de los tratamientos T9 (4.0 Tm/ha) con respecto a los demás, el cual reportó el valor más alto de pH del suelo, por efecto probable del clima (precipitaciones), pues la lixiviación de iones básicos ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ), de la solución, son reemplazados por iones hidrógenos en el complejo de intercambio, produciéndose gradualmente la acidificación.

Finalmente, se puede apreciar que a mayor aplicación de cal, mayor será el efecto residual de la enmienda, y también del contenido de pH en el suelo.



### **6.2.2. Determinación de Fósforo Disponible.**

#### **a. Fósforo Disponible Antes de la Siembra**

El análisis de varianza para el contenido de fósforo, se muestra en el Cuadro N° 16, donde indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 3.59%, con un Grado de Confiabilidad (R2) de 90.76% y una Desviación Estándar de 0.43%, lo cual nos indica que es una variable que responde al efecto de dosis de enmienda calcio magnesica en el suelo.

De igual modo, la prueba de DUNCAN mostrada en el Cuadro N° 17 determina diferencias altamente significativas entre los tratamientos, donde las dosis altas de magnecal, muestran mayor disponibilidad del fósforo, sobre los tratamientos con menor dosis. El T9 (4.0 Tm/ha) tuvo un incremento de 3,44 ppm de fósforo con respecto al T1 (0.0 Tm/ha). Encontrándose de esta manera los fosfatos de calcio más disponibles en el suelo a mayores dosis.

#### **b. Fósforo Disponible Después de la Cosecha**

El Cuadro N° 26, muestra que el ANVA, para el contenido de fósforo en ppm, existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un Grado de Confiabilidad (CV) de 94.06%, con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 2.5% y una

desviación estándar ( $S_x$ ) de 0.264%, los cuales se encuentran dentro de los valores permisibles.

En cuanto a la prueba de DUNCAN (Cuadro N° 27), para el fósforo disponible en el suelo después de la cosecha, muestra que existe diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el T9 (4.0 Tm/ha), con 12.19 ppm valor mayor, habiendo una disminución del fósforo disponible de 1.31 ppm con respecto a la cantidad de fósforo disponible antes de la siembra para el mismo tratamiento, pero manteniéndose dentro del rango medio de disponibilidad, según la tabla de interpretación de análisis de Suelos. Mientras que el tratamiento T8 (3.5 Tm/ha), T7 (3.0 Tm/ha), T6 (2.5 Tm/ha), aparecen estadísticamente iguales con valores de 11.56 ppm, 11.31 ppm, 11.19 ppm respectivamente, cuyos contenidos difieren del testigo (9.44 ppm) en 2.12 ppm.

### **6.2.3. Determinación de Ca + Mg Cambiables**

#### **a. Calcio + Magnesio Antes de la Siembra**

El Cuadro N°18, muestra el Análisis de Varianza, en el cual se determina que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un Coeficiente de Confiabilidad ( $R^2$ ) de 97.56%, con un Coeficiente de variabilidad (CV) de 5.15% y una Desviación Estándar de 0.41% respectivamente lo que nos demuestra que los valores encontrados son aceptables.

De igual manera, la prueba de DUNCAN (Cuadro N° 19), muestra que los tratamientos con mayor dosis de Carbonatos de

Calcio T9, T8 (4.0 Tm/ha y 3.5 Tm/ha) respectivamente, se diferencia estadísticamente con los de menor dosis. De manera que el contenido de Ca+Mg en el suelo antes de la siembra, se incrementa a medida que se incorpora mayores dosis sufriendo precipitación del aluminio como  $Al(OH)_3$  también en forma gradual.

#### **b. Calcio + Magnesio Después de la Cosecha**

El análisis de varianza se muestra en el Cuadro N° 28, observándose diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 70.94%, con un Grado de Confiabilidad ( $R^2$ ) 92.39y una Desviación Estándar (Sx) de 0.58% respectivamente.

En el Cuadro N° 29, se presenta la prueba de DUNCAN con los promedios de Ca + Mg, observándose que el tratamiento T9 (4.0 Tm/ha) es el que presenta mayor contenido de Ca+ Mg (9.38 meq/100 gr.), siendo estadísticamente igual que el T8 (3.5 Tm/ha) con un valor de 8.88 meq/100 gr., pero significativamente diferente a los demás tratamientos. Todos los tratamientos con dosis de magnecal son altamente significativos con respecto al T1 (0.0 Tm/ha).

La disminución del Ca + Mg después de la cosecha se atribuye a que estos elementos como son bases; fácilmente son lavados y profundizados en suelos con texturas sueltas, y por la finura de las partículas del material encalante (magnecal) y

también por el consumo de la planta, de allí probablemente su disminución. Al mismo tiempo esto nos indica que después de 9 meses de aplicado el carbonato de calcio (magnecal) permanece el efecto residual del material en el suelo y sobre la planta, no siendo necesariamente suficiente para el desarrollo óptimo del cultivo.

#### **6.2.4. Determinación de Potasio Cambiable**

##### **a. Potasio Cambiable Antes de la Siembra**

El análisis de varianza (Cuadro N° 20) con los valores de Potasio Cambiable, se observa que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un valor de Coeficiente de Variabilidad (CV) de 12.30%, con un Grado de Confiabilidad (R<sup>2</sup>) de 92.5% y una Desviación Estándar (Sx) de 0.03% respectivamente.

Por su parte el Cuadro N° 21, para la prueba de DUNCAN, se observa que el tratamiento T9 (4.0 Tm/ha) presenta mayor contenido de potasio con 0.305 meq/100gr. y no difiere estadísticamente de los tratamientos T8 (3.5 Tm/ha), T7 (3.0Tm/ha), T6 (2.5 Tm/ha) y T5(2.0Tm/ha) con contenidos que varían entre 0.295 a 0.255 meq/100gr., pero estos a su vez difieren de los tratamientos T4, T3, T2 y T1, con contenidos entre 0.223 a 0.085 meq/100gr.

#### **b. Potasio Cambiable Después de la Cosecha**

El Cuadro N° 30 para el análisis de varianza, muestra que existe diferencias altamente significativas entre cada una de las dosis aplicadas con un Coeficiente de Variabilidad (CV) 2.14%, un Grado de Confiabilidad (R<sup>2</sup>) de 100% y una Desviación Estándar de 0% respectivamente.

Por su parte, la prueba de DUNCAN (Cuadro N° 31) muestra que los contenidos de Potasio en meq/100gr, después de la cosecha, en el T9 (4.0 Tm/ha) es el que mantiene un contenido elevado (0.1100 meq/100gr.), con respecto a los demás tratamientos, siendo estadísticamente igual el T8(3.5 Tm/ha) diferente al T7,T6,T5,T4,T3,T2 y al T1 quienes mostraron bajos contenidos de potasio, variando entre 0.1070 a 0.0950 meq/100gr.

#### **6.2.5. Aluminio Cambiable**

##### **a. Aluminio Cambiable Antes de la Siembra**

En el cuadro N° 22, se presenta el análisis de varianza, apreciándose que existen diferencias estadística altamente significativas entre los tratamientos con un Grado de Confiabilidad (R<sup>2</sup>) de 98.43%, un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 15.46% y una Desviación Estándar (Sx) de 0.28% respectivamente.

La prueba de DUNCAN (Cuadro N° 23), indica que existen diferencias significativas entre T1 (0.0 Tm/ha) con respecto a los

tratamientos con aplicación de magnecal. El tratamiento sin enmienda tuvo el mayor contenido de aluminio (5.53 meq/100gr.), mientras que el T2 (0.5 Tm/ha) disminuyó su valor en forma muy significativa a 3.80 meq/100gr. Los demás tratamientos muestran una disminución gradual de aluminio en relación al aumento de las dosis de enmienda aplicados, alcanzando valores nulos con dosis de mayores de 3.5 Tm/ha debido a la probable precipitación de Al en forma de  $Al(OH)_3$  (ALCARDE, 1992)

#### **b. Aluminio Cambiable Después de la Cosecha**

En Cuadro N° 32, se muestra el análisis de varianza en el cual se observa diferencias altamente significativas, con un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 9.65%, un Grado de Confiabilidad (R2) de 98.24% y una Desviación Estándar (Sx) de 0.264% respectivamente.

La prueba de DUNCAN que se presenta en el Cuadro N° 33 indica que el T1 (0.0 Tm/ha), presenta alto contenido de aluminio con valor de 5.75 meq/100gr. y los menores contenidos muestran los tratamientos T7, T8 y T9, con 1.50, 0.73 y 0.40 meq/100gr. respectivamente. Como se puede apreciar el efecto residual del magnecal perdura neutralizando al aluminio, es decir se produce el desplazamiento del aluminio por el calcio y magnesio a la solución, convirtiéndole en  $Al(OH)_3$  que se precipita (ALCARDE, 1992). Pero por efecto de la disminución

tanto del Calcio como del Magnesio por diversos fenómenos antes mencionados se manifiesta que el nivel de concentración del Aluminio en los tratamientos T9 (4.0 Tm/ha), T8 (3.5 Tm/ha), se hace evidente con valores de 0.40 y 0.73 meq/100 gr. respectivamente.

### 6.3. ANÁLISIS ECONOMICO

6.3.1. En el Cuadro N° 31 se observa el análisis económico de los tratamientos, apreciándose los costos de producción de cada uno de ellos y a que este cultivo es labranza mínima, con un valor de S/ 1435.1 Nuevos soles.

Al realizar la rentabilidad y la relación beneficio costo, se deduce lo siguiente:

- a.- Existen pérdidas o déficit de producción en los tratamientos, T1, T2 y T3 (0.0TM/Ha), (0.5 TM/Ha) y (1.0 TM/Ha), estas perdidas fluctúan entre T1 (518.08), T2 (305.19) y T3 (48.56) Nuevos Soles.
- b.- El Saldo Económico varia entre S/ 313.26 a S/ 1104.96 Nuevos Soles, siendo el T9 (4.0TM/Ha) el que obtuvo el mayor beneficio Económico.
- c.- En la relación beneficio costo se aprecia que los tratamientos T9 (4.0TM/Ha), T8 (3.5TM/Ha), T7 (3,0TM/Ha, T6(2.5TM/Ha), T5 (2.0 TM/Ha) y T4 (1.5TM/Ha) son rentables con valores de 1.81, 1.60, 1.58, 1.45, 1.29 y 1.23 en comparación a los demás tratamientos que resultan antieconómico.

d.- En la relación Beneficio Costo el efecto residual de la enmienda calcio magnesica nos muestra que; a partir del T4(1.5 TM/Ha), T5 (2.0 TM/Ha.), T6(2.5 TM/Ha), T7(3.0 TM/Ha), T8(3.5 TM/Ha), T9(4.0 TM/Ha), son rentables con valores de 1.23, 1.29, 1.45, 1.58, 1.60 y 1.81 respectivamente, en comparación con los otros tratamientos que resultan ser antieconómicos.



## VII. CONCLUSIONES

En virtud a los resultados obtenidos y la discusión realizada en el presente trabajo, se tiene las conclusiones siguientes:

7.1. Existieron diferencias altamente significativas por la dosis de magnecal evaluadas, se incrementó los rendimientos a medida que la dosis aplicada también se elevó. Siendo los tratamientos T7 (3.0 Tm/ha), T8 (3.5 Tm/ha) y T9 (4.0 Tm/ha) con rendimientos de 1,447.00 Kg/ha; 1,467.00 Kg/ha y 1,651.00 Kg/ha respectivamente, los que muestran mejor resultado con respecto a los demás tratamientos, demostrando mejor respuesta del cultivo a la producción a dosis mayores de 3.0 Tm/ha de enmienda.

7.2. En cuanto a pH, al aumentar la dosis de aplicación de magnecal se incrementa los valores de pH, el cual del mismo modo se refleja como efecto residual de la enmienda, teniendo que para el T9 (4.0Tm/ha) al inicio de la instalación del cultivo de la soya (antes de la siembra) se tuvo un valor de pH 6.55 y después de la cosecha un valor de pH 6.42; lo cual indica una disminución progresiva del pH después de un tiempo, por la pérdida gradual tanto del calcio y magnesio del suelo.

7.3. De igual manera, para el fósforo, se comprueba que a medida que incrementamos la dosis de magnecal, se incrementa también ligeramente la concentración de fósforo manteniéndose esta misma tendencia durante la evaluación del efecto residual, donde se tuvo que

para el T9 (con mayor cantidad de fósforo disponible) hubo una disminución de 1.31 ppm de P disponible después de la cosecha, pero manteniéndose esta cantidad dentro del rango medio.

7.4. Con respecto al Ca + Mg, se observa también que a medida que se incrementa la dosis de magnecal se incrementa el Ca y el Mg, pero se observa después de la cosecha una ligera disminución probablemente por la absorción de estos nutrientes por el cultivo debido al efecto del lavaje.

7.5. En el Potasio también se observan ligeros incrementos en cada uno de los tratamientos, pero que después de la cosecha, se puede apreciar como efecto residual una disminución de 0.195 meq/100gr. en el caso del T9 (4.0Tm/ha), produciéndose similar lógica en cada tratamiento, ya que disminuye el pH y también los contenidos de los demás nutrientes.

7.6. El contenido de aluminio cambiante disminuye conforme se mantiene la dosis aplicado de magnecal en el suelo, existiendo una neutralización total del aluminio antes de la siembra en los tratamientos T8 (3.5 Tm/ha) y T9 (4.0 Tm/ha).

7.7. Al realizar un análisis económico, adaptando los costos de producción a pequeños agricultores que no invierten capital, por 2 campañas (maíz y soya) se obtuvo a partir del T4 (1.5 Tm/Ha), T5 (2.0 Tm/Ha), T6 (2.5

Tm/Ha), T7 (3.0 Tm/ha), T8 (3.5 Tm/ha) y T9 (4.0 Tm/Ha) saldo favorable, siendo mayor el beneficio económico en el T9(4.0Tm/ha), con un saldo por hectárea de S/. 1 104.96 nuevos soles y el menor beneficio el T4 (1.5 Tm/Ha) con un saldo a favor de S/. 313.26, de igual forma la relación benéfico costo nos muestra que a partir del T4 (1.5 Tm/Ha) hasta el T9 (4.0 Tm/Ha) existe mayor beneficio por cada sol que invierte siendo los siguientes valores: T4= 1.23 y T9= 1.81; de igual manera existen déficit en los tratamientos T1, T2 y T3 con valores de T1 =S/. -518.08, T2=-305.19 y T3=-48.06 nuevos soles. Estos resultados hasta donde llega la investigación, terminan indicándonos la poca aplicabilidad del trabajo para pequeños agricultores que tienen un máximo de 5 ha. para trabajar bajo esta tecnología, por su escaso margen de ganancia, y por la necesidad misma de la utilización de mayor capital. Pero permitirá al pequeño agricultor, monetizar su trabajo, y en un largo plazo podría alcanzar un mayor nivel de productividad en suelos ácidos y con ello mayor beneficio económico, con la utilización de enmiendas de menor solubilidad y con un adecuado manejo de rotación de cultivos, especialmente con leguminosas de capaces de desarrollar mayor masa foliar como por ejemplo la *Mucuna sp.*

## VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1. Continuar investigando el efecto residual del carbonato de calcio, utilizando otras fuentes que tengan menor solubilidad.
- 8.2. Se recomienda en posteriores trabajos con la enmienda calcio magnesica utilizar una dosis mínima de 3.0 Tm/ha, y determinar el área mínima para obtener rentabilidad bajo esta tecnología.
- 8.3. Revalorizar los suelos ácidos (shapumbales y cashucshales), devolviendo la productividad, vía la utilización de carbonatos de calcio como enmiendas, y realizando rotación de cultivos con leguminosas capaces de desarrollar gran masa foliar, como el "fréjol terciopelo" (*Mucuna sp*).

## IX. RESUMEN

El presente trabajo fue conducido en el campo experimental del Fundo Aucaloma de la UNSM, provincia de Lamas, región San Martín (Perú), ubicado geográficamente a 6° 29' Latitud Sur y 76° 21' Longitud Oeste a una altitud de 650 m.s.n.m

El presente experimento tuvo como objetivo evaluar el efecto residual de 9 dosis de enmienda calcio magnésica "Magnecal", sobre el comportamiento y rendimiento del cultivo de Soya, variedad Cristalina, así mismo se determinó la dosis de encalado técnica y económicamente apropiada para los agricultores asentados en suelos ácidos degradados.

El diseño estadístico empleado fue el Bloque Completamente Randomizado (BCR) con 4 bloques y 9 tratamientos. Para el análisis estadístico y comprobar las variables observadas, se utilizó el Análisis de varianza (ANVA) y la prueba de Duncan al 0.05% de probabilidad.

Las características del suelo fueron de textura Arena Franca, de reacción ácida (pH 5.72), contenido medio de materia orgánica de 3.15%, con disponibilidad de fósforo de 11 ppm,

bajo contenido de cationes intercambiables y saturación de aluminio de 37.5%, relativamente alto.

Los tratamientos evaluados fueron 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 y 4.0 Tm/Ha. de Magnecal, de los cuales se concluye que existió diferencias altamente significativas para el factor de dosis de Magnecal, por lo que se incrementó los rendimientos de grano, con las mayores dosis, habiendo sobresalido los tratamientos T4 con 1123.24 Kg/Ha, T5 1177.51Kg/Ha, T6 1327.34 Kg/Ha, T7 con 1447.00 Kg/Ha, T8 con 1467.00 Kg/Ha y T9 con 1651.00 Kg/Ha., que a su vez permitieron obtener los mejores beneficios económicos por hectárea, con un valor neto de la producción T4 S/. 313.26, T5 S/. 394.67, T6 S/. 619.41, T7 S/. 798.45, T8 S/. 828.92 y T9 S/. 1104.96 nuevos soles respectivamente, representando solamente la monetización del trabajo del agricultor, por tener márgenes mínimos de ganancia.

## X. SUMMARY

The present work was driven in the experimental field of the I Found Aucaloma of the UNSM, county of you Lick, region San Martin (Peru), located geographically at 6° 29 ' South Latitude and 76° 21 ' Longitude West to an altitude of 650 m.s.n.m

The present experiment had as objective to evaluate the residual effect of 9 dose of amendment calcium magnésica " Magnecal ", on the behavior and yield of the cultivation of Soya, Crystalline variety, likewise the dose was determined of having whitewashed technical and economically appropriate for the farmers seated in degraded sour floors.

The design statistical employee was the Block Completely Randomizado (BCR) with 4 blocks and 9 treatments. For the statistical analysis and to check the observed variables, the variance Analysis was used (ANVA) and the test of Duncan to 0.05% of probability.

The characteristics of the floor were of texture Frank Sand, of sour reaction (pH 5.72), half content of organic matter of 3.15%, with readiness of match of 11 ppm, contained first floor of interchangeable cationes and saturation of aluminum of 37.5%, relatively high.

The evaluated treatments were 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 and 4.0 Tm/Ha. of Magnecal, of which you concludes that it existed highly significant differences for the factor of dose of Magnecal, for what was increased the grain yields, with the biggest doses, having stood out the treatments T7 with 1447.00 Kg/Ha, T8 with 1467.00 Kg/Ha and T9 with 1651.00 Kg/Ha. That in turn allowed to obtain the best economic benefits for hectare, with a net value of the production of S/. T4 S/. 313.26, T5 S/. 394.67, T6 S/. 619.41, T7 S/. 798.45, T8 S/. 828.92 y T9 S/. 1104.96 new suns respectively, representing only the monetization of the farmer's work, to have minimum margins of gain.




## **XI. BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- **ALCARDE, J.C.** 1992. "Correctivos de Acidez de Suelos: características e interpretaciones técnicas. ANDA, Sao Paolo, Brasil. Boletín Técnico N° 06. 26p.
- 2.- **AGROBIT.** 2000. "El Encalado de los suelos" Internet. <http://www.agrobit.com.ar>
- 3.- **CHÁVEZ, M.A.** 1993. " Importancia de las Características de Calidad de los Correctivos de Acidez de Suelo: desarrollo de un ejemplo práctico para su calculo. San Jose, Costa Rica.DIECA. 41p.
4. **INFOAGRO.** 1 999."El Cultivo de Soya" Internet. <http://www.infoagro.com>
- 5.- **MALDONADO, D. V.** 1 988. "Guía para el Cultivo de la Soya en los Valles del Huallaga Central, Bajo Mayo y algunas recomendaciones para su uso como Alimento. El porvenir". Tarapoto-Perú . 10 p.
- 6.- **OCÉANO, C.** 1 987. "Biblioteca práctica Agrícola y Ganadera". Ediciones Océano. Impreso en España. 95 p.

- 7.- **KAMPRATH E. J.** 1 967 "Acidez del suelo y encalado". Boletín técnico No. 4. International soil Testing Program. North Carolina State University. 22,29 p.
8. **RICALDI, V. N.** 1 990. "Desarrollo de Tecnologías Agrarias en Selva Alta Apodesa". Lima-Perú. 68-73 p.
9. **RIVERA, M.B.** 1996."Evaluación del Efecto Residual de Tres Materiales Encalantes con Fertilización Aplicados a un Suelo Ácido del Alto Mayo-Región San Martín".Tesis.UNSM-FCA. 56 P.
10. **CALZADA, A.** 1983. "Métodos Estadísticos para la Investigación". 6ta.Edic.Lima-Perú. 3p.
11. **SÁNCHEZ, A. Y SALINAS, G.** 1 983. "Suelos Ácidos, Estrategias para su Manejo con Bajos Insumos en América Tropical. Edit. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Colombia. 92 p.
12. **SÁNCHEZ ,A. P.** 1984. "Suelos del Trópico. Características y Manejo". IICA. San Jose-Costa Rica .634 p.

13.- URIBE, 1 987. Curso sobre Suelos Ácidos. Estación Experimental San Ramón. CIPA XVI. Programa de Suelos Tropicales. Yurimaguas, Perú. 132 p.



14.- WATSON, C. E. 1 985 "Cultivos tropicales adaptados a la Selva Alta peruana particularmente al Alto Huallaga". Lima- Perú. 34 p.

15. WOODRUFF, J. R. and E. J. KAMPRATH, 1 965 "Phosphorus adsorption maximum as measured by the langmuir isotherm and its relationship to phosphorus availability". Soil Sci. Soc. Amer. 29, 148, 150 p.

16. ZEGARRA, L. E. 2000. Tesis, "Comparativo de Rendimientos de Seis Cultivares de Soya". UNSM-Molinos Mayo. Huallaga Central .Picota-Perú. 22 p

**ANEXOS**

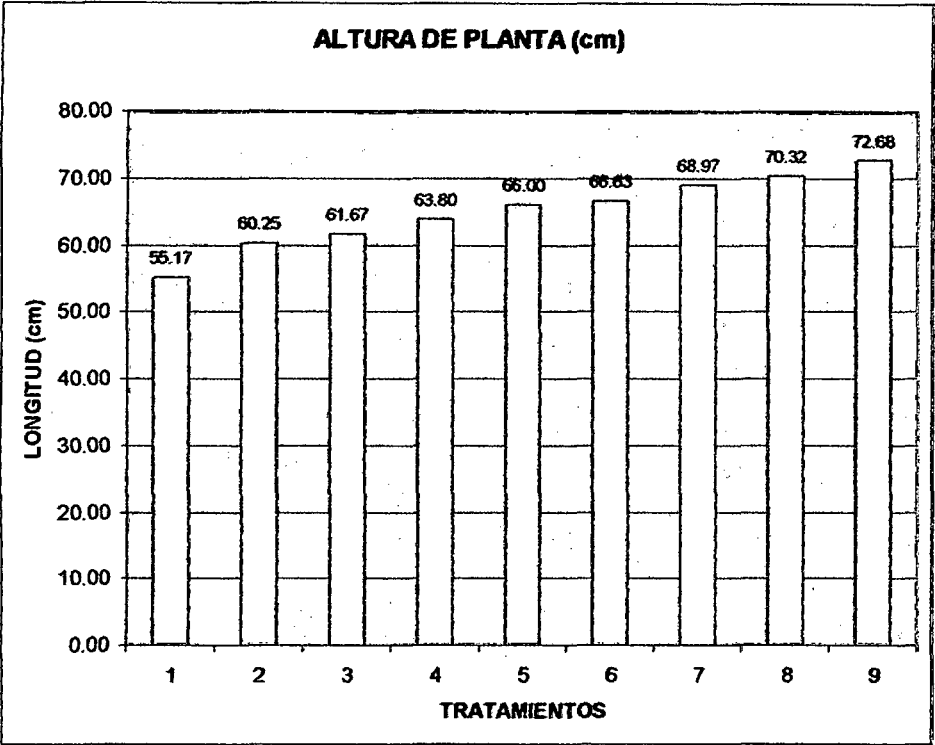
**CUADRO N° 35: TRATAMIENTOS EN ESTUDIO PARA EL EXPERIMENTO**

<b>CLAVE</b>	<b>NOMBRE TECNICO</b>	<b>NOMBRE COMERCIAL</b>	<b>DOSIS DE APLIC. (TM/Ha.)</b>
T1	TESTIGO	MAGNECAL	0.00
T2	CARBONATO DE CALCIO	MAGNECAL	0.50
T3	CARBONATO DE CALCIO	MAGNECAL	1.00
T4	CARBONATO DE CALCIO	MAGNECAL	1.50
T5	CARBONATO DE CALCIO	MAGNECAL	2.00
T6	CARBONATO DE CALCIO	MAGNECAL	2.50
T7	CARBONATO DE CALCIO	MAGNECAL	3.00
T8	CARBONATO DE CALCIO	MAGNECAL	3.50
T9	CARBONATO DE CALCIO	MAGNECAL	4.00

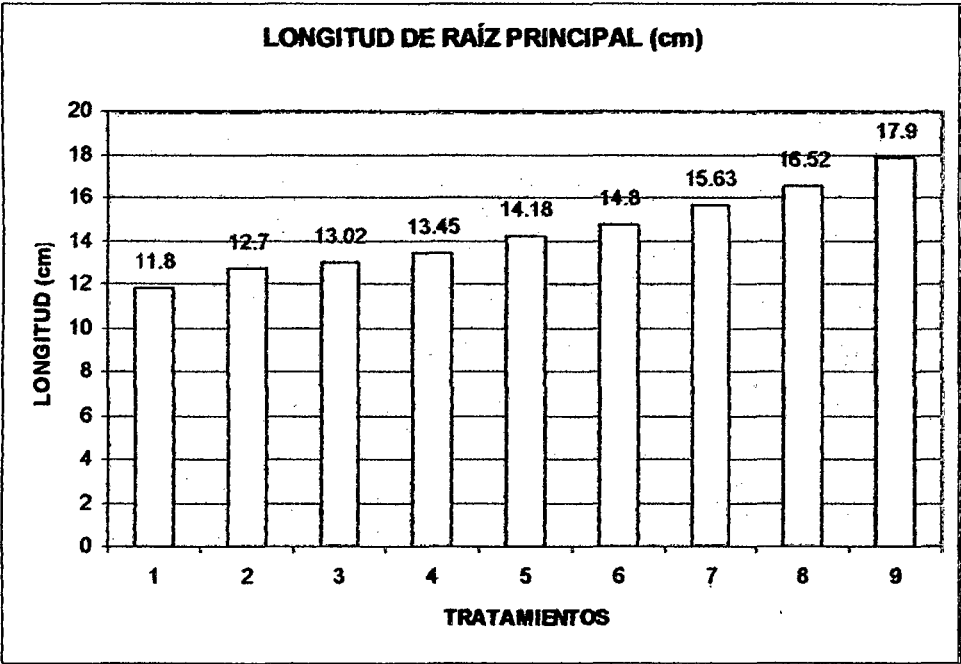
**CUADRO Nº 36 COSTO DE PRODUCCIÓN DE UNA HECTAREA DE SOYA**

Nº	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	Precio Unitario	Precio Total
<b>I.-</b>	<b>COSTO DIRECTOS</b>				
<b>1.-</b>	<b>Preparación de Terreno</b>				<b>130.00</b>
a.-	Análisis de Suelos	unidad	1	50.00	50.00
b.-	Limpieza e incorporación de Rastrojos	jornal	8	10.00	80.00
<b>2.-</b>	<b>Mano de Obra</b>				<b>760.00</b>
a.-	Siembra y Resiembra	jornal	15	10.00	150.00
b.-	Deshierbos (2)	jornal	30	10.00	300.00
c.-	Aporque	jornal	10	10.00	100.00
d.-	Aplic. De pesticidas(Foliar, Insect. Fungicidas)	jornal	6	10.00	60.00
e.-	Arranque, cosecha, trilla	jornal	15	10.00	150.00
<b>3.-</b>	<b>Insumos y Materiales</b>				<b>380.00</b>
a.-	Semilla de soya	kilos	70	3.00	210.00
b.-	Cypermctrina	litro	1	25.00	25.00
c.-	Glifosato	litro	1	25.00	25.00
d.-	Abono Foliar	kilos	1	20.00	20.00
e.-	Sacos	unidad	30	1.00	30.00
f.-	Transporte	flete	1	70.00	70.00
<b>4.-</b>	<b>Costo Sub Total</b>				<b>1270.00</b>
<b>II.-</b>	<b>COSTO INDIRECTO</b>				
a.-	Gastos Administrativos 8% C.D				<b>101.60</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>1371.60</b>

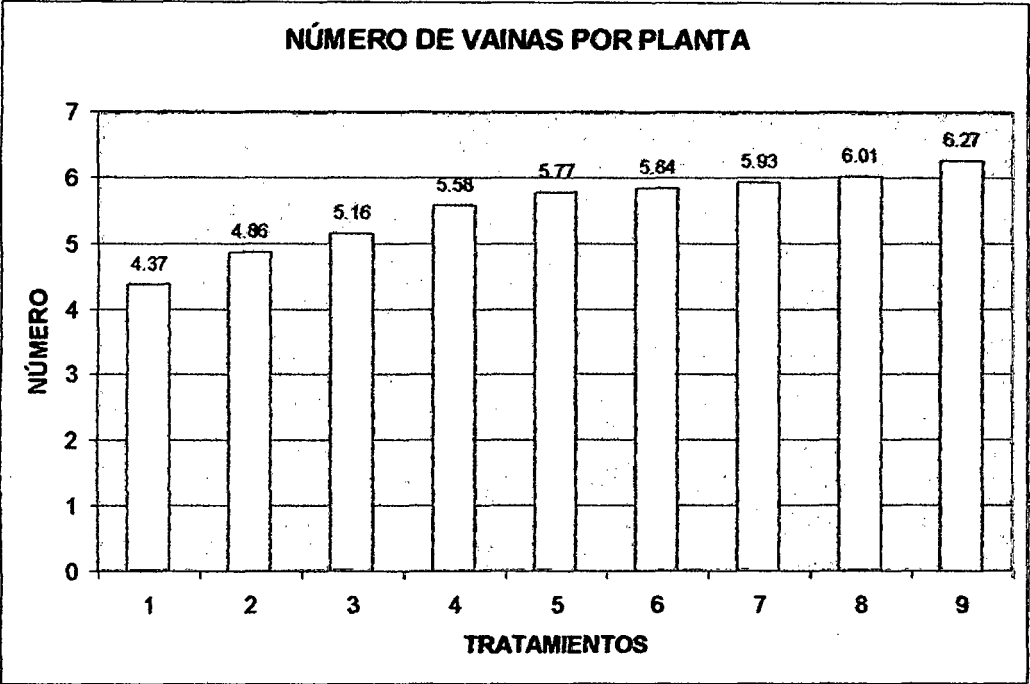
**GRÁFICO N° 01 : ALTURA DE PLANTA**



**GRÁFICO N° 02 : LONGITUD DE RAÍZ PRINCIPAL (cm)**



**GRÁFICO N° 03: NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA**



**GRÁFICO N° 04 : PESO DE 100 GRANOS (gr.)**

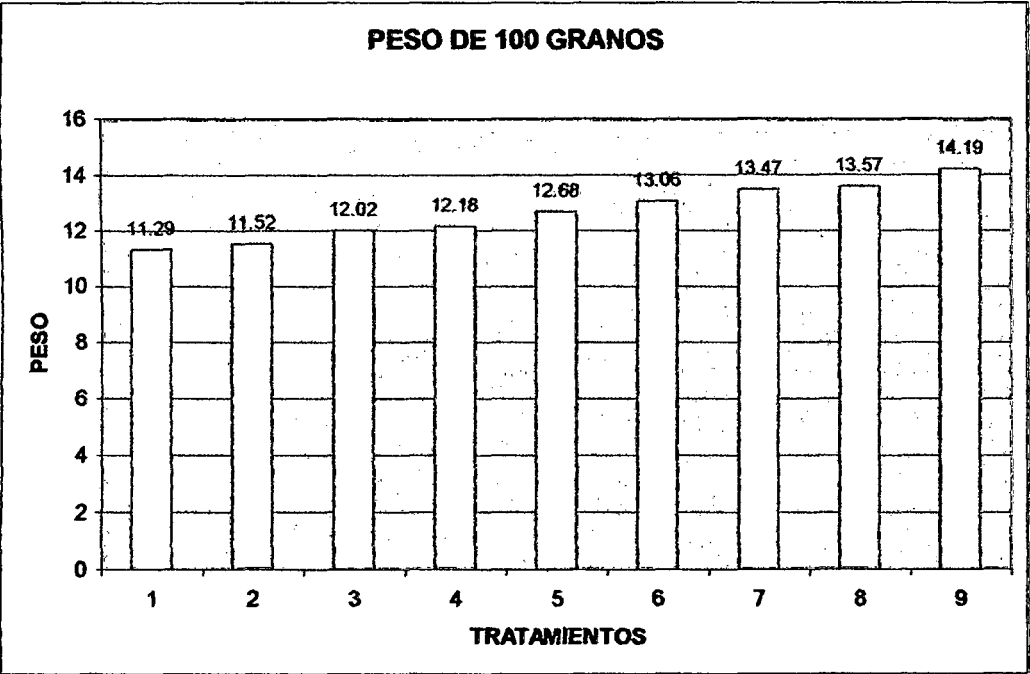




GRÁFICO N° 05: RENDIMIENTO Kg/Ha

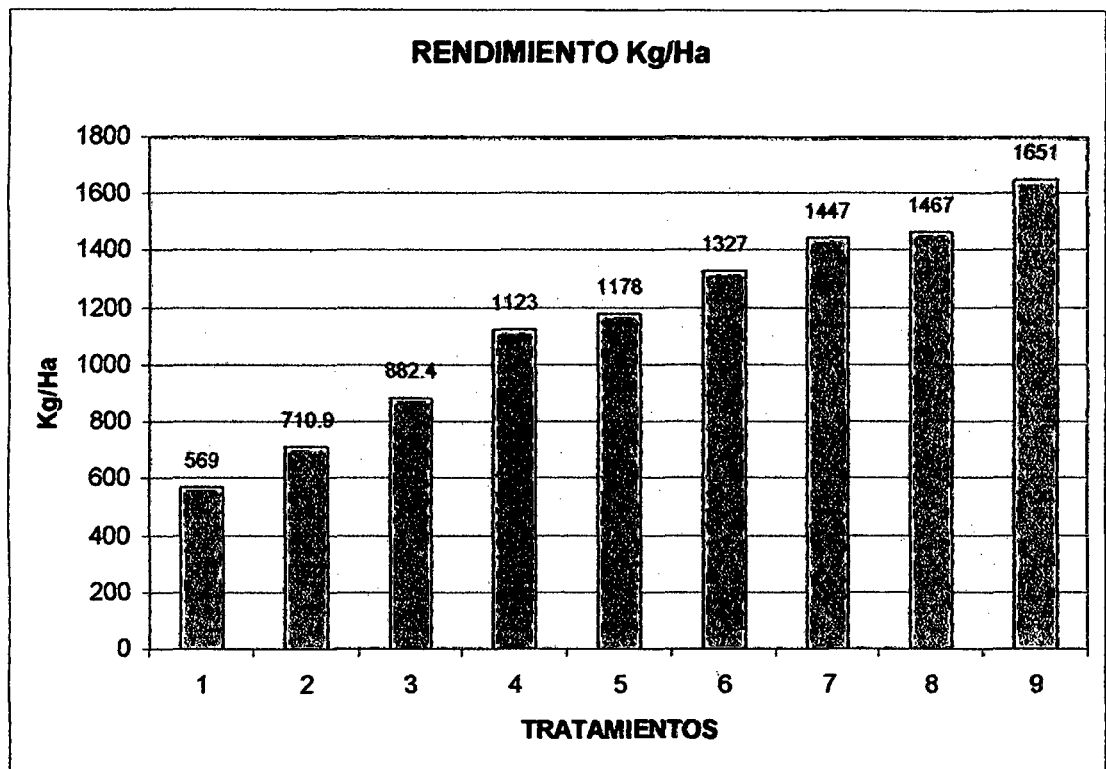
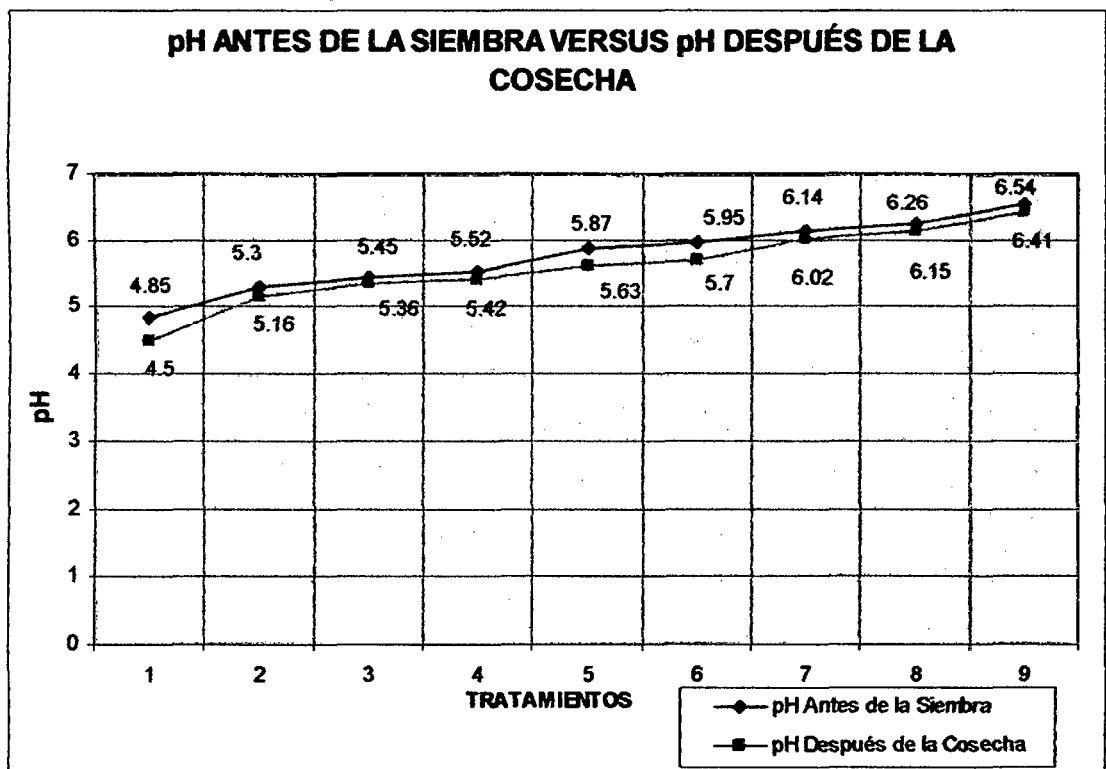
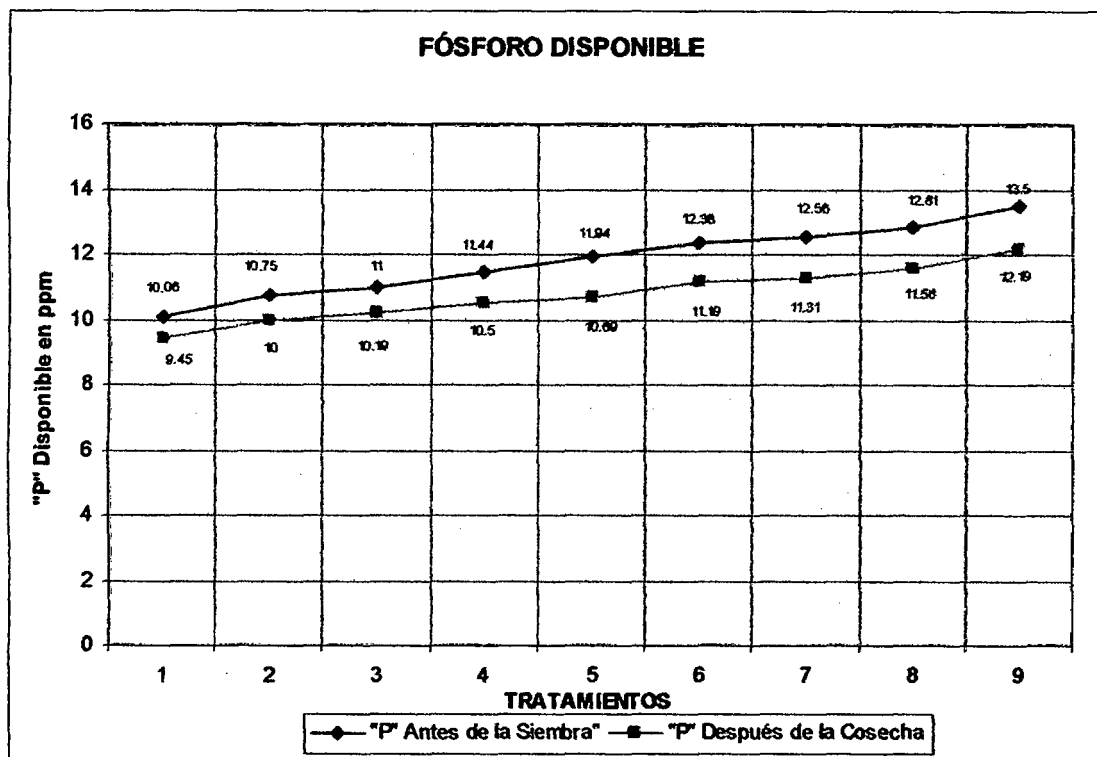


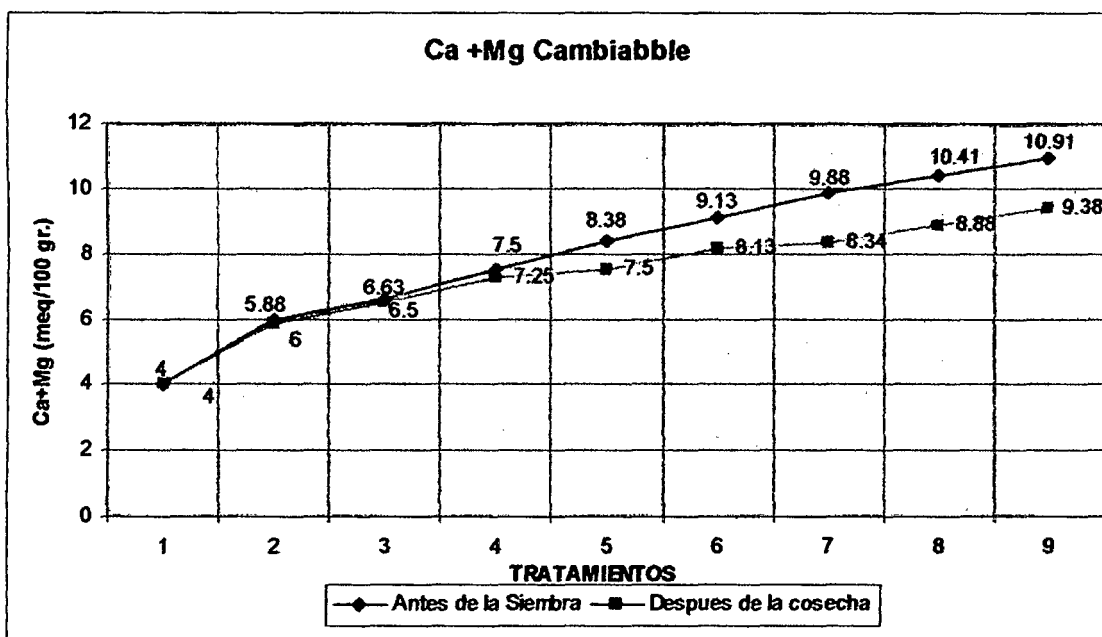
GRÁFICO N° 06: DETERMINACIÓN DE pH ANTES DE LA SIEMBRA VERSUS pH DESPUES DE LA COSECHA



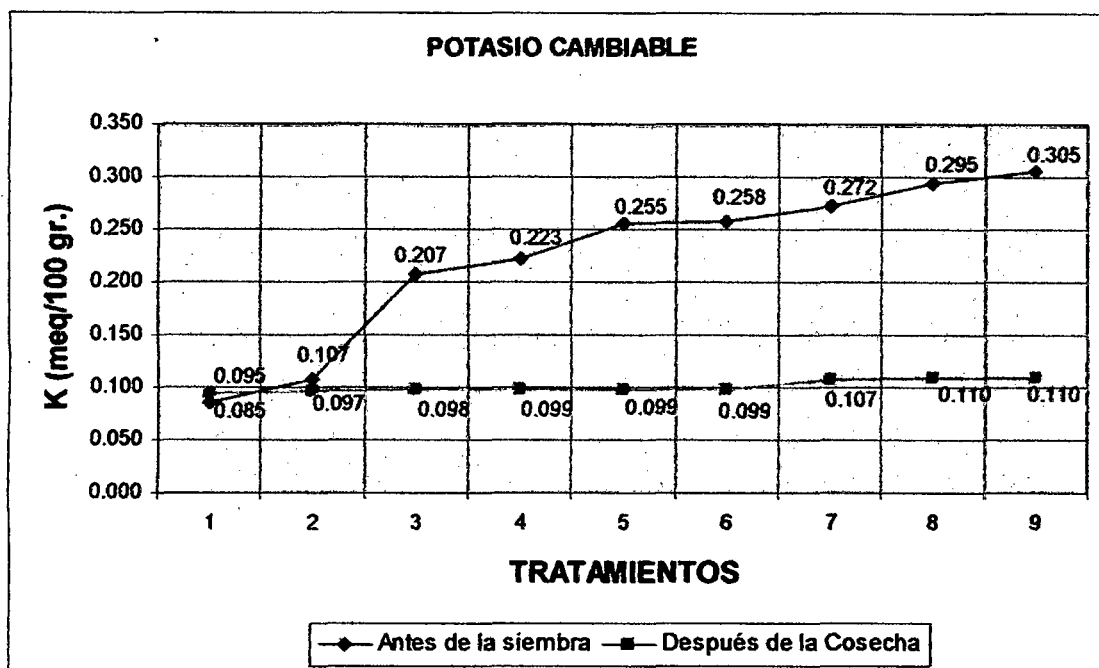
**GRÁFICO N° 07: DETERMINACIÓN DE FOSFORO DISPONIBLE(ppm),  
ANTES DE LA SIEMBRA VERSUS DESPUÉS DE LA COSECHA**



**GRÁFICO N° 08: DETERMINACIÓN DE CA+ MG CAMBIABLE (Meq/100 gr.),  
ANTES DE LA SIEMBRA VERSUS DESPUÉS DE LA COSECHA**



**GRÁFICO N° 09: DETERMINACIÓN DE POTASIO CAMBIABLE (meq/100 gr.)  
ANTES DE LA SIEMBRA VERSUS DESPUÉS DE LA COSECHA**



**GRÁFICO N° 10: DETERMINACIÓN DE ALUMINIO CAMBIABLE (meq/100 gr.), ANTES DE LA SIEMBRA VERSUS DESPUÉS DE LA COSECHA**

